

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Konstrukční návrh stroje pro tkaní karetek

Design of Machine for Knitted Belts Weaving

Student:

Bc. Jaroslav Příbyl

Vedoucí diplomové práce:

Dr. Ing. Jaroslav Melecký

Ostrava 2018

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Jaroslav Příbýl**
Studijní program: N2301 Strojní inženýrství
Studijní obor: 3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství
Specializace: 20 Výrobní stroje a zařízení
Téma: **Konstrukční návrh stroje pro tkaní karetek**
Design of Machine for Knitted Belts Weaving
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Pro použití v praxi zpracujte konstrukční návrh pletacího či tkacího stroje pro pletení „karetek“. Zaměřte se na přechod z dosavadního ručního pletení na poloautomatické. Při návrhu preferujte možnost dodržení co největšího počtu pletacích vzorů.

V rámci řešení diplomové práce dále zpracujte:

- analýzu a rešerši způsobů tkaní, od historie do nynější podoby
- analýzu konvenčně používaných řešení strojů pro tkaní a pletení
- navrhnete několik variant řešení a provedte konstrukční návrh vybrané varianty
- správnost návrhu ověřte kontrolními výpočty a dle časových možností prototypem vybrané varianty
- příslušnou výkresovou dokumentaci

Při řešení vezměte v úvahu následující technické parametry a požadavky:

- velikost šířky karetky od 10 do 100 mm
- tloušťku vlny či nitě v závislosti na velikosti karetky
- sílu napnutí nitě s ohledem na její pevnost
- rozměry konstrukce: šířka: 300 – 500 mm
délka: 900 – 1100 mm
výška: 400 – 600 mm

Bližší specifikace nutných technických údajů a konstrukčních problémů bude upřesněna v průběhu řešení diplomové práce na základě konzultací s vedoucím diplomové práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1.vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1999. 119 s.
LEINVEBER, J., VÁVRA, P. *Strojnické tabulky* (4. přepracované vydání). Úvaly, 2008, ALBRA – pedagogické nakladatelství. 914 s. ISBN 978-80-7361-051-7.
<https://de.scribd.com/doc/86183222/technologie-tkani#scribd>
<http://www.jerabina.xf.cz/karetkovanivzory.htm>
<http://www.nyx.cz/index.php?l=topic;id=16821>

<http://www.nasehobby.cz/tkani-na-karetkach/>

ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha, Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.

ČSN ISO 690 *Bibliografické citace*. Obsah, forma a struktura. Praha, Český normalizační institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Dr.Ing. Jaroslav Melecký**

Datum zadání: 08.12.2017

Datum odevzdání: 21.05.2018



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem veškeré použité podklady a použitou literaturu.

V Ostravě

.....

Podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou (bakalářskou) práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 - školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou (bakalářskou) práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová (bakalářská) práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové (bakalářské) práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou (bakalářskou) práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

Jméno a příjmení autora práce:

Bc. Jaroslav Příbyl

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Žerotínova 185, Postřelmov
78969

.....

Podpis studenta

Anotace bakalářské práce

PŘIBYL, Jaroslav. *Konstrukční návrh stroje pro tkaní karetek*. Ostrava, 2018, 60 s. Diplomová práce. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní. Katedra výrobních strojů a konstruování. Vedoucí práce Dr. Ing. Jaroslav Melecký.

V této diplomové práci se budu zabývat konstrukčním návrhem stroje pro tkaní karetek pro účely „pletení“ karetkových řemínků či pásků. Stroj bude sloužit pro usnadnění tkaní, či pletení karetkových pásků různých vzorů a motivů. Začátek diplomové práce budu věnovat seznámení s problematikou pletení, prohledání patentových databází, prověření trhu, a také řešerši nalezených tkacích tak i pletacích strojů. Druhá část práce se bude zabývat návrhem variant řešení, konstrukce stroje ale i možnosti pohonu. Třetí část se bude zabývat pevnostní analýzou vlny, budu provádět zkoušky tahu na jednotlivé nitě vlny, pro zvolení předepletí, dále bude provedena analýza pomocí metody konečných prvků. Součástí práce je v přílohách kompletní výkresová dokumentace dle výsledného řešení. A také dle časových možností bude vytvořen prototyp stroje.

Annotation of Master's Thesis

PŘIBYL, Jaroslav. *Design of Machine for Knitted Belts Weaving*. Ostrava, 2018, 80 p. Master's Thesis. VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanics Engineering. Department of Production Machines and Design. Thesis head Dr. Ing. Jaroslav Melecký.

In this diploma thesis I will deal with the design of a machine for weaving card stock for "knitting" of straps or straps. The machine will be used to facilitate weaving or knitting ribbons of different designs and motifs. The beginning of the diploma thesis will be devoted to the problems of knitting, searching of patent databases, examination of the market, as well as search of found weaving and knitting machines. The second part of the thesis will deal with design solutions, machine design and drive options. The third part will deal with the strength analysis of the wave, I will perform the stress tests on the individual yarns of the wool, for the selection of the prestressing, then the finite element analysis will be performed. Part of the thesis is in the annexes complete drawing documentation according to the final solution. Also, according to the time options, a prototype of the machine will be created.

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ	9
SEZNAM NEZNÁMÝCH POJMŮ	10
1. ÚVOD	11
1.1. SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU	11
1.2. HISTORICKÉ PODKLADY A PRINCIP TKANÍ.....	12
1.3. PRINCIP TKANÍ A PRÁCE S KARETKAMI	14
1.4. CÍL PRÁCE.....	16
1.5. SPECIFIKACE POŽADAVKŮ	17
2. REŠERŠE VYBRANÝCH PATENTOVÝCH LISTŮ	19
2.1. TKACÍ STROJ PRO VÝROBU TEXTILIE TKANÉ A PLETENÉ	19
2.2. TKANÝ PÁS, ZPŮSOB VÝROBY A STRUHAŘSKÝ TKACÍ STROJ K PROVÁDĚNÍ TOHOTO ZPŮSOBU TKANÍ.....	20
3. REŠERŠE V OBLASTI TRHU	21
3.1. STUŽKOVÝ STAV	21
3.2. TKALCOVSKÝ STAV "FERDINAND" S-111/16	21
3.3. VELKÝ DVOULISTOVÝ STAV S-03	22
3.4. JEHLOVÝ STUHAŘSKÝ STROJ.....	23
4. ZHODNOCENÍ REŠERŠE	24
4.1. FINANČNÍ ROZBOR VYBRANÝCH STROJŮ NA TRHU	24
5. KONSTRUKČNÍ NÁVRH STROJE	25
5.1. KRITÉRIA HODNOCENÍ VARIANT ŘEŠENÍ	25
5.2. STANOVENÍ HRUBÉ STAVEBNÍ STRUKTURY	26
5.2.1. Upřesnění požadavků	27
5.2.2. Základní hrubé principy řešení hlavní části pohybu.....	28
První způsob řešení pohybu	28
Druhý způsob řešení pohybu.....	29
5.3. STANOVENÍ VLASTNÍCH VARIANT ŘEŠENÍ.....	29
5.3.1. Varianta řešení 1.....	30
5.3.2. Varianta řešení 2.....	30

5.3.3. Varianta řešení 3.....	31
5.3.4. Varianta řešení 4.....	32
5.4. ZHODNOCENÍ A VYBRÁNÍ VÝSLEDNÉ VARIANTY ŘEŠENÍ	33
6. KONSTRUKČNÍ NÁVRH VÝSLEDNÉ VARIANTY.....	34
6.1. PŘÍKLAD PEVNOSTNÍ ZKOUŠKY	35
6.1.1. Příprava zkoušky.....	35
6.1.2. Průběh zkoušky.....	37
6.2. KONSTRUKCE RÁMU	38
6.2.1. První návrh rámu	39
6.2.2. Druhý návrh rámu.....	39
6.2.3. Třetí návrh rámu	40
6.2.4. Zhodnocení výsledného rámu.....	42
6.3. MATERIÁLY KONSTRUKCE	43
7. KOMPLETNÍ KONSTRUKCE VYHODNOCENÉHO NÁVRHU.....	45
8. POHONNÁ JEDNOTKA A OVLÁDACÍ JEDNOTKA	47
9. SOFTWARE	49
10. VÝPOČTY PRO NÁVRH.....	51
10.1. VÝPOČET OZUBENÍ.....	51
10.2. VÝPOČET NÁVRHU PRUŽINY	52
11. KONSTRUKCE PROTOTYPU	54
12. MKP ANALÝZA.....	55
12.1. VOLBA MATERIÁLŮ A VAZEB, DOTYKŮ	55
12.2. POHLED SÍTĚ A UMÍSTĚNÍM ZATÍŽENÍ	56
12.3. VÝSLEDKY DEFORMACÍ A KONTROLA	57
13. VÝPOČET SVAROVÉHO SPOJE PRO KONSTRUKCI RÁMU.....	60
14. ZÁZNAM Z VÝROBY OZUBENÍ PROTOTYPU A ZHODNOCENÍ.....	63
15. ZÁVĚR.....	65
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:.....	68
SEZNAM PŘÍLOH:	71

Seznam použitých značek a symbolů

Symbol veličiny	Veličina	Jednotka
A	Tažnost	[%]
a	Velikost koutového svaru	[mm]
AL	Hliník	[%]
A _{MIN}	Minimální tažnost	[%]
C	Uhlík	[%]
c _{II}	Součinitel snížení napětí míjiví	[-]
c _{III}	Součinitel snížení napětí dynamický	[-]
Cr	Chrom	[%]
d	Průměr materiálu	[mm]
F _L	Napětí ve svaru od síly F	N
F ₀	Počáteční síla	[N]
F _n	Maximální síla	[N]
g	Gravitační zrychlení	[m·s ⁻²]
k	Bezpečnost	[-]
k _s	Statická bezpečnost	[-]
k _{Sdov}	Dovolená statická bezpečnost	[-]
l	Délka svaru	[mm]
l'	Redukovaná délka svaru	[mm]
Mn	Mangan	[%]
Mo	Ohybový moment	[N·mm]
Ni	Nikl	[%]
P	Fosfor	[%]
Q	Tíha	[N]
R	Tuhost pružiny	[N/mm]
Re	Mez kluzu	[MPa]
R _m	Pevnost v tahu / meze kluzu	[MPa]
S	Plocha svaru	[mm ²]
s	Šířka svařovaného materiálu	[mm]
Si	Křemík	[%]
t	Šířka materiálu	[mm]

U	Profil materiálu	[mm]
W _o	Modul průřezu svaru	[mm ³]
Z _{MIN}	Minimální pevnost	[%]
α_L	Převodní součinitel	[-]
α_{II}	Převodní součinitel	[-]
σ_L	Napětí, tah tečné	[MPa]
σ_{Dt}	Dovolené napětí v tahu	[MPa]
σ_{DTH}	Dovolené napětí hřídele	[MPa]
σ_{DVS}	Dovolené napětí sváru	[MPa]
σ_{Hmax}	Maximální napětí na hřídeli	[MPa]
σ_{max}	Maximální napětí	[MPa]
τ	Smykové napětí	[MPa]
τ_L	Napětí, smyk tečné	[MPa]
τ_{DVS}	Dovolené napětí svaru ve smyku	[MPa]
τ_{II}	Smykové napětí od síly	[MPa]
τ_{red}	Redukované napětí	[MPa]

Seznam neznámých pojmů

Betel	- Rostlina Pepřovník betelový
Trák	- popruhy k nošení předmětů, případně s háky kšanda/popruh
Útek	- Útek je nit, která se provléká v příčném směru osnovou, tvoří s ní společnou vazbu, stabilizuje polohu osnovních nití a zaplňuje plochu textilie.
Prošlup	- mezera vytvořená mezi zdviž./ sníž. osnovami podélných nití k zanesení útku [příčné nitě v zanášecím člunku aj.]
Bidlen	- Bidlo je zařízení na tkacím stroji, jehož hlavní funkcí je příraz útku k hotové tkanině. Příraz útku je umožněn kývavým pohybem bidla mezi brdem a koncem utkaného zboží. Na bidle je upevněn paprsek, kterým procházejí osnovní niti.
Zbožový vál	- navíjecí vál na tkaninu
Tkanice	- Utkaný hotový výrobek

1. Úvod

1.1. Seznámení s problematikou

V této práci se budu věnovat konstrukčnímu návrhu stroje pro tkaní karetkových tkanin (obr.1), který má sloužit pro usnadnění práce tkaní či pletení. Stroj má splňovat možnosti tkaní z vlny do různých vzorů a barev (obr.2). Tkací přístroj bude sloužit pro zhotovení karetkových tkanin, které se následně využijí k našití, pro lemy různých druhů historických šatů a košil, či pásků na kabelek, nebo také pásků kalhot. Karetkové tkaniny nacházejí v neposlední využití v dnešní módě.



Obrázek 1 – Karetka [Vlastní foto]

Je zde i finanční potenciál pásků, které se prodávají na dnešním trhu v rozmezí asi 150 Kč – 500 Kč za metr délky. Což je i finančně zajímavé, pro následný prodej výrobků při nižších nákladech. Stroj musí splňovat předem stanovené parametry, které budou dle historických nálezů a dochovaných výrobků popsány níže v popisu problematiky tkaní.



Obrázek 2-Náhled kolejového plošinného vozíku [Vlastní foto]

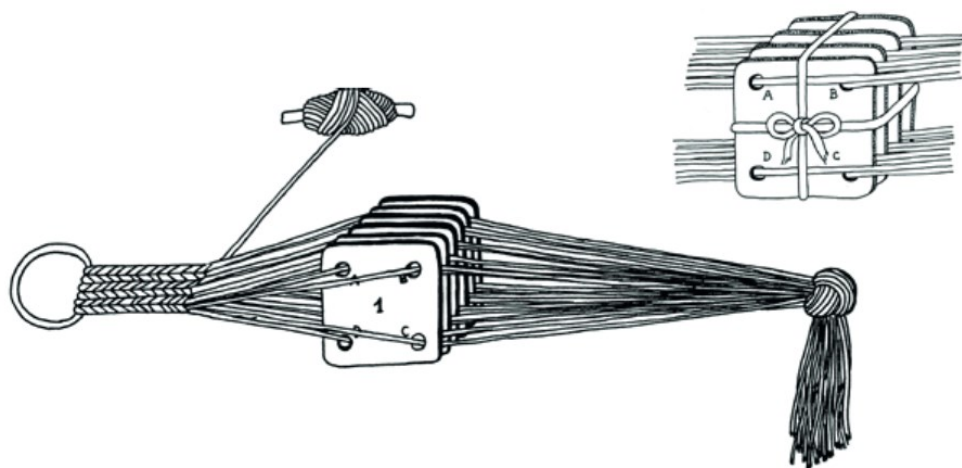
V požadavcích je, aby bylo zpracováno více druhů řešení. Moje návrhy konstrukce variant stroje musí dbát na historický kontext tkaní. Také se při řešení návrhu variant musí vzít v úvahu stanovené rozměry konstrukce, tloušťku vlny či nitě a také šířku výrobku, ze kterého následně bude vybrána finální varianta řešení.

1.2. Historické podklady a princip tkaní

O tom, že tkaní na karetkách bylo znám již v minulosti, vypovídají archeologické nálezy náradí i výrobků, zápisy v literatuře již od římských dob, ve středověku pak nálezy různých tkaných předmětů vyrobených na karetkách, které jsou uchovávány v depozitářích kostelů a jsou zpodobněny na obrazech.

Nejstarším dokladem jsou hliněné karetky z doby kolem r. 2000 př. n. l. z Persie. Donedávna se tvrdilo, že více než 5 m dlouhý pás Ramsese III. z doby před r. 1197 př. n. l. a 3 tkanice z doby 22. egyptské dynastie (945—745 př. n. l.) jsou takto zhotovené. Ale po 65 letech vědeckých sporů se došlo k závěru, že tyto čtyři předměty jsou vyrobeny jinými technikami než karetkováním. Ze 4. století př. n. l. jsou známy karetky z březového dřeva ze Španělska, z 1. století př. n. l. z kosti a ze slonoviny zhotovené v Kartágu, ze 2. století dřevěné z Dánska a z téže doby kostěné z Anglie. Nejstarší tkanice, pásy a lemy pocházejí z 5. a 4. století př. n. l. z Řecka a ze Španělska.

Také dvě celé a polovina kostěné karetky nalezené na našem území ve Starém Městě pocházející už z doby Velkomoravské říše (9. století). V islandské Eddě (9. až 12. stol.) čteme o hunských služkách, které tkaly na karetkách zlaté tkanice. Protože odjinud víme, že hunské služky byly nejčastěji slovanského původu, potvrzuje i tato zpráva znalost karetkování mezi Slovany v oné době.



Obrázek 3. Zobrazená karetkovací sestava [10]

Z 19. a 20. století máme zprávy o tkaní na karetkách z několika zemí Evropy, Asie i Afriky a v muzeích i v terénu můžeme vidět různé předměty vyrobené pomocí karetek. Z Evropy jsou to opět severské země, pobaltské státy, Bělorusko, Ukrajina, české země, Slovensko, Jugoslávie, Bulharsko a Řecko. V Indonésii se touto technikou hotovily váčky na betel (obr. 4), ale také oděvní doplňky.

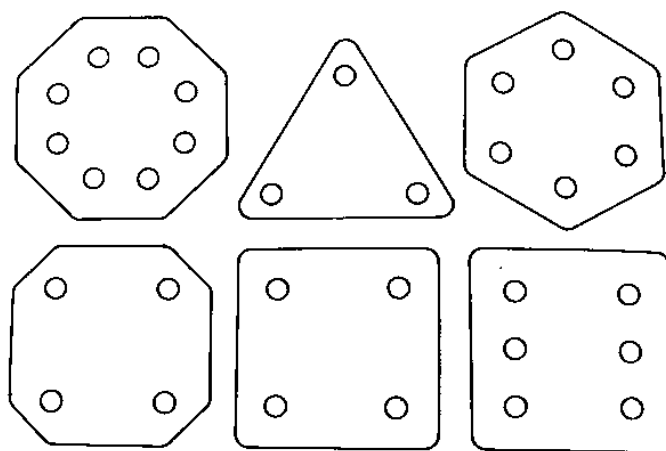


Obrázek 4 – Váček na betel sešitý z popruhů tkaných na karetkách ze Sulavezi v Indonésii (Royal Tropical Institute, Amsterdam) [8]

Na karetkách se od prehistorických dob do dneška tkaly poměrně úzké textilie nejčastěji pásy, šerpy, stuhy, porty, tkanice od 1 do 10 i více centimetrů široké. Některé se užívaly v odívání, jiné byly součástí strojů pro koně, velbloudy, osly, svazovaly se jimi náklady, zbraně, vzácné spisy a knihy. Naši horolezci si přivezli z Nepálu trvanlivé brašny tvarem podobné našim chlebníkům (velikost 30x25x15 cm) s dlouhým „trákem“ přes rameno, sešívané z barevných bavlněných popruhů širokých asi 5 cm, vyráběných na karetkách. Délka karetkových tkanin se liší podle použití od několika centimetrů až po 4 metry např. pásy z 20. století z Bulharska dosahovaly až 370 cm.

1.3.Princip tkaní a práce s karetkami

Velikost a tvar karetek se různil (obr. 5). Nejmenší známé karetky pocházejí z Litvy z 5. až 10. století, jsou bronzové a jejich jedna strana je dlouhá 1,1 cm. Nejčastěji mívaly jak dřevěné, tak kostěné karetky rozměr do 5 až 6 cm. V současné době se užívá karetek větších rozměrů, o straně až 10 cm. [8]



Obrázek 5- Tvary karetek [8]

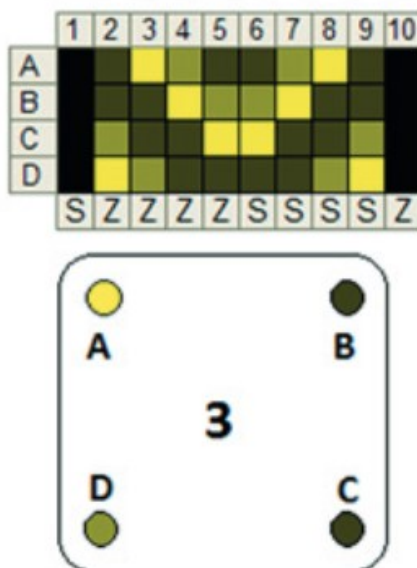
Návody na karetkové výrobky vypadají obvykle všechny stejně. V jednoduchých tabulkách je zakódován vzor tkanice. První řádek nese čísla označující sloupce tabulky, které odpovídají jednotlivým karetkám. Stejně tak označuje první sloupec otvory označené písmeny A-D v jednotlivých karetkách (lze se setkat i s označením číslicemi, zejména římskými). Barvy čtverečků odpovídají použitým vláknům navlékaným do odpovídajících otvorů.

V tomto případě bude tedy karetko číslo 3 navlečeno následovně dle obr.6. Poslední řádek obsahuje v tomto případě písmena Z a S obr. 6. Oznamují nám, jakým směrem máme vlákno do karetky navlékat. Označení písmeny Z a S je běžné, můžeme se však setkat i s označením lomítky- / \ nebo šípkami. Jak podle nich navlékat vidíme na obrázku. Karetko je zobrazeno z boku.

My sami můžeme pomocí čtverečkováného papíru vytvářet osobité vzory. Na jejich tvorbu můžeme stáhnout na internetu i programy, které práci velice usnadní, připravíme se tím sice o mnohá překvapení, ale také o možná rozčarování. [10]

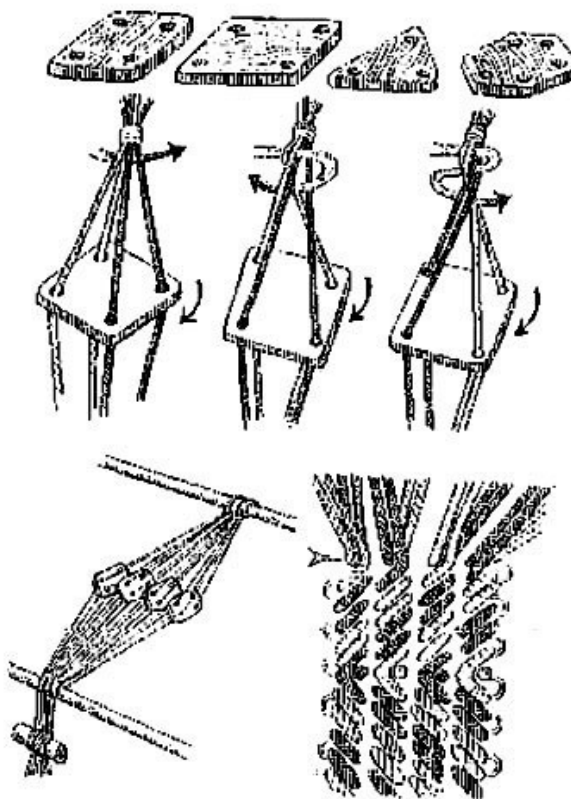


Obrázek 6 Provlékání karetky[10]



Obrázek 7. Vzory a označení karetky [10]

V rozích těchto destiček jsou otvory, kterými se provléká příze osnovy. Zde se opět vytvoří prošlup, kterým se provléká člunek. Po protažení člunku se karetkami postupně otáčí, např. o 90° a nově vzniklým prošlupem opět protáhneme člunek. Takto si vytvoříme třeba dlouhý ozdobný pásek nebo lem na okrajích látky. [9]



Obrázek 8-Zobrazení karetek [9]

1.4.Cíl práce

Cílem práce je:

- provést rešerši v oblasti navrhovaného tkacího stroje
- provést finanční analýzu dostupných strojů
- zkoušky síly napnutí nitě
- využití Softwaru pro tvorbu vzorů
- vytvořit 3D model tkacího stroje mocí CAD/CAM systémů
- provést kontrolní analýzu vozíku pomoci softwaru Inventor profesionál
- vytvořit z 3D modelu 2D kompletní výkresovou dokumentaci
- v rámci možností vytvořit prototyp

1.5.Specifikace požadavků

Tabulka 1- Specifikace požadavků [vlastní tvorba]

Specifikace požadavků	Podmínka	Přání
Funkce účinky a funkční parametry:		
▪ Velikost karetkových výrobků	X	
▪ Tloušťka vlny	X	
▪ Sílu napnutí nitě	X	
▪ Pevnost nití		X
▪ Rozměry konstrukce	X	
▪ Počet karetkových destiček více jak 6 ks		X
▪ Délka výrobku je delší jak 1000mm		X
▪ Dostatečná pevnost konstrukce	X	
▪ Využití normalizovaných dílů a profilů	X	
Provoz		
▪ Ruční pohon	X	
▪ Automatizovaný pohon		X
▪ Prostředí čisté	X	
▪ Četnost použití: Střední	X	
▪ Údržba minimální		X
▪ Životnost minimálně 5 let		X
▪ Provozní teplota nízká	X	
Parametry stroje		
▪ Šířka : 300 - 500 mm	X	
▪ Hloubka : 900 - 1100 mm	X	
▪ Výška : 400 - 600 mm	X	
▪ Svařovaná konstrukce	X	
▪ Krytování		X
▪ Oblé hrany		X
▪ Hmotnost do 30Kg		X
▪ Zajímavý design	X	
Ergonomie		
▪ Snadné navíjení a posuv	X	
▪ Vysoká stabilita proti převržení	X	
▪ Bezpečné držení	X	
▪ Bezpečnost proti poranění	X	
▪ Menší rozměry konstrukce		X
Vzhled		
▪ Barva zelená		X
▪ Odolnější povrch	X	
▪ Prášková barva		X
Předpisy a normy		
▪ Bez porušení patentových práv		X

▪ Dodržení výrobních norem	X	
▪ Nutnost proškolení obsluhy	X	
Výroba		
▪ Malá série výrobků	X	
Ekonomie		
▪ Nízká konstrukční cena	X	
▪ Nízká cena hotových výrobků		X
▪ Minimální náklady na provoz	X	

Dle sepsaných parametrů, bude v průběhu práce proveden rozbor. V něm budou zobrazeny a sepsány výsledky dodržení parametrů, podmínek a přání dle požadavků. Dále bude zhodnocen stav výsledného stroje.

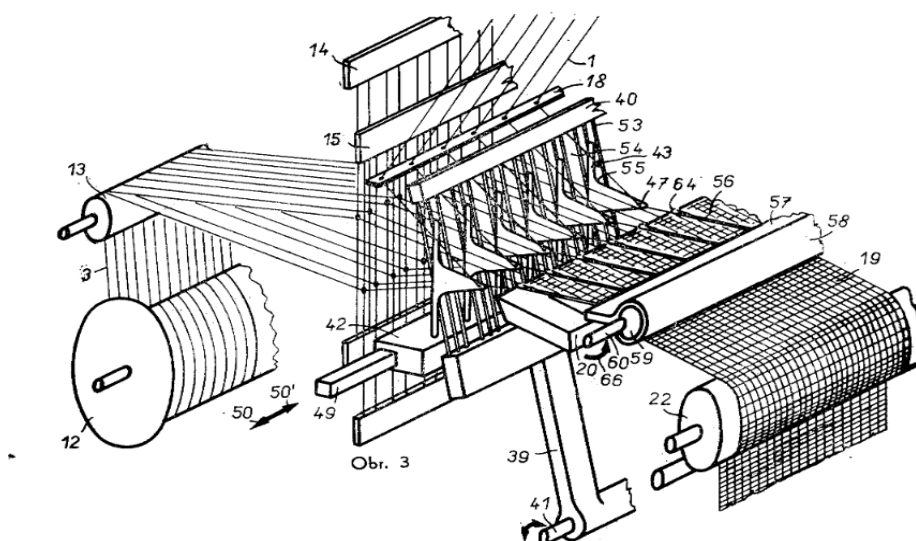
2. Rešerše vybraných patentových listů

Zde jsem vybral pár patentů které, odpovídají problematice a funkčnosti strojů. Patenty jsou vybrány ze stránek Úřadu průmyslového vlastnictví, kde jsem našel patenty podle mnou zadaných parametrů v patentové databázi ČR.

2.1. Tkací stroj pro výrobu textilie tkané a pletené

Údaje byly získány dne 03.03.2018 17:30. Na základě dat ze dne (poslední aktualizace DB): 02.03.2018 19:44.

Číslo přihlášky:	1971-2981
Číslo dokumentu:	153246
Datum přihlášení:	23.04.1971
Název:	Tkáací stroj pro výrobu textilie tkané a pletené (XY: Tkací stroj pro výrobu textilie tkané a pletené)
Přihlašovatel/Majitel:	JOSEF MOHELNICKÝ, CS JOSEF ZMATLÍK, CS ING. MILOSLAV JÍŠA, CS
Původce:	JOSEF MOHELNICKÝ, CS JOSEF ZMATLÍK, CS ING. MILOSLAV JÍŠA, CS
MPT:	D 04 B 39/06, D 03 D 47/02, D 04 B 25/00, D 04 B 27/02
Datum zveřejnění:	25.07.1973
Datum udělení patentu:	15.05.1974
Datum publikace patentu:	15.05.1974
Stav:	Zaniklý dokument
Druh:	PV československá s žádostí o udělení AO

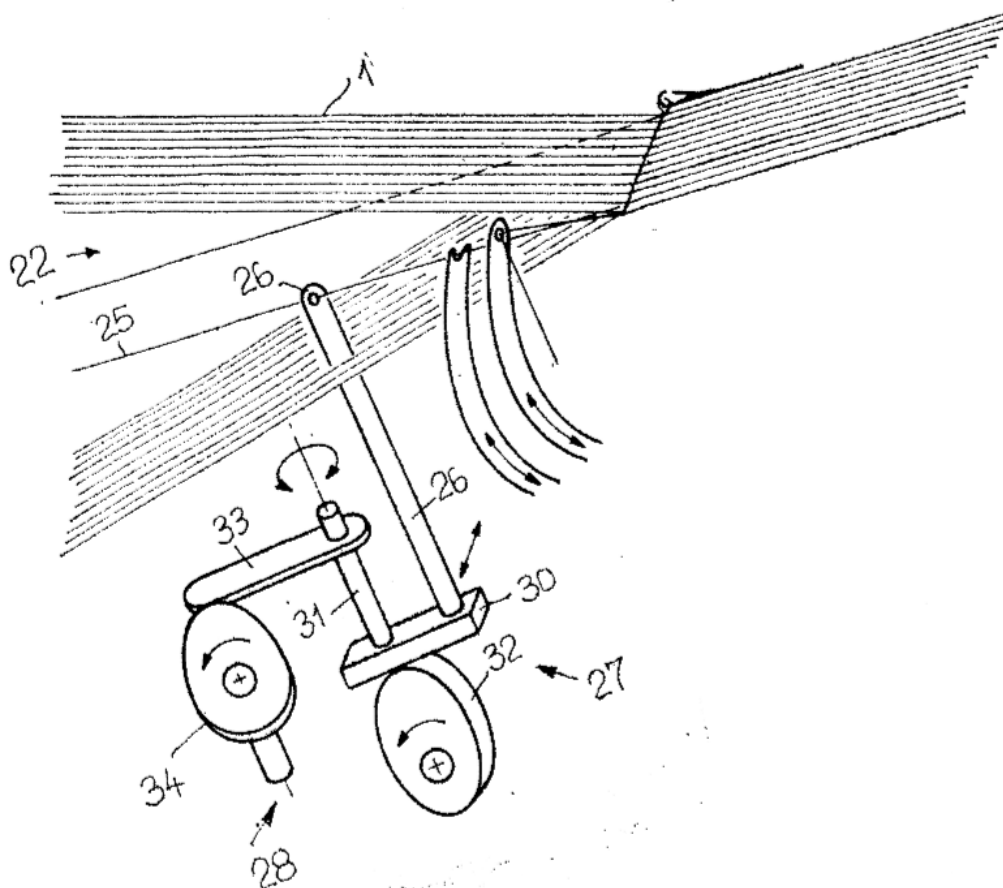


Obrázek 9 Náhled stroje [17]

2.2. Tkaný pás, způsob výroby a struhařský tkací stroj k provádění tohoto způsobu tkaní

Údaje byly získány dne 03.03.2018 17:30. Na základě dat ze dne (poslední aktualizace DB): 02.03.2018 19:44.

Číslo přihlášky:	1979-8456
Číslo dokumentu:	219262
Datum přihlášení:	05.12.1979
Datum práva přednosti:	05.12.1978
Č. prioritního dokladu:	78/12400
Země priority:	CH
Název:	Tkaný pás, způsob jeho výroby a struhařský tkací stroj k provádění tohoto způsobu (XY: Tkaný pás, způsob jeho výroby a struhařský tkací stroj k provádění tohoto způsobu)
Příhlašovatel/Majitel:	Textilna AG, Hergiswil CH, Hergiswil, CH
Původce:	Jakob Müller, Stansstad, CH Ferdinand Diesner, Murg-Hanner, DE
Zástupce:	Advokátní poradna č. 10, Dr.Karel Neumann, Praha
MPT:	D 03 D 47/06, D 03 D 35/00
Datum zveřejnění:	25.06.1982
Datum udělení patentu:	09.11.1982
Stav:	Zaniklý dokument
Druh:	PV zahraniční se žádostí o udělení patentu



Obrázek 10 Zobrazení principu stroje, prohazování nitě [19]

3. Rešerše v oblasti trhu

3.1. Stučkový stav

Je vhodný ke tkaní zajímavých pásků, ozdobných stuh, štrapečů, ozdob na oblečení, tkanic, popruhů, psích vodítek. Je možné experimentovat s nejrozličnějšími barvami, přízí či korálky. [13]

Stav je vyroben z dřevěného masivu. Je určen pro tkaní různých tkanic, pásků, popruhů atd. Jednotlivé osnovní nitě se napínají přes dřevěné kolíky do zářezů, kde se svazují. Zdviháním a stlačováním osnovních nití vzniká mezera (prošlup), kudy protahujeme jehlu (člunek), kterým následně útek přirážíme. Šířka pruhu se pohybuje od 1 do 10 cm a délka osnovy do 3.2 m



Obrázek 11-PKTBA-MGR provedení 2. 2 308,- Kč [13]

3.2. Tkalcovský stav "Ferdinand" S-111/16

Tento profesionální listový stav nejvyšší třídy uspokojí i ty nejnáročnější tkalce. Listový stroj, který se také nazývá korunou stavu je ovládán jedinou podnoží a je připraven zdvihat až 16 listů. Standardně je dodáván s listy osmi. Maximální pracovní šířka je 130 cm. Osnova je bržděná s nastavitelnou šíří snování. Umožňuje snování až 300 m osnovy.

Osnovní vál je vyjímatelný. Masivní bidlen je zavěšen s hrotovým uložením, což zaručuje hladký a přesný pohyb. Z každé strany bidlenu jsou člunkové skříně pro tři člunky, které se ovládají pákou na bidlenu.



Obrázek 12 - Tkalcovský stav "Ferdinand" Cena bez navinutí osnovy a dopravného je 104 000,- Kč [14]

Zbožový vál se otáčí pomocí kličky regulátoru, nebo automaticky podle pohybu bidlenu. Celý stav je snadno rozebíratelný.

3.3. Velký dvoulistový stav S-03

Stav je vyroben z masivu. Všechny válce a důležité součásti jsou vyrobeny z tvrdého dřeva. Osnovní vál je brzděný, šířkově nastavitelný, s kapacitou navinutí až 200 m osnovy. Robustní konstrukce a stahovací klíny zaručují velkou stabilitu při tkaní. Maximální pracovní šíře je 105 cm.



Obrázek 13 - Velký dvoulistový stav S-03 Cena: 18 200,- Kč [14]

Listy se ovládají dvěma podnožkami na sobě závislými. Hodí se zejména na tkaní koberců. Stav je jednoduše rozebíratelný. Rozměr základny je 140 × 115 cm. (š × h). [14]

3.4. Jehlový stuhářský stroj

Jehlový stuhářský stroj je stroj s jehlovým prohozním ústrojím na výrobu tkanin v šířce cca od 1 do 30 cm. Jehlové stroje mají oproti člunkovým strojům podstatně vyšší výkon, u tkanin na nich vyráběných se však nedají vytvořit po obou stranách zcela stejné kraje. Stroje se staví se 2 až 20 vývody.



Obrázek 15 - Jehlový stuhářský stroj US \$3,000-15,000[16]

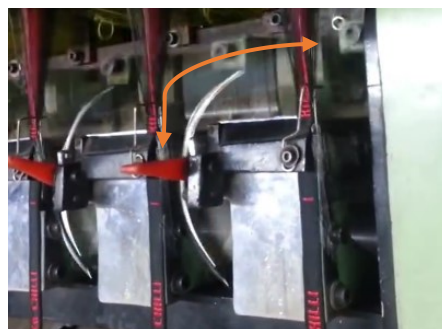


Obrázek 14 - Práce na jehlovém stroji z konce 20. století [12]

Útková jehla (ve tvaru vlásenky) obr. 17 vykonává během otevření prošlupu vratný pohyb mezi oběma kraji tkaniny. Špičkou jehly je veden útek, takže se při každé otáčce stroje vkládají do osnovy dvě útkové nitě vedle sebe. Zatímco na výchozí straně tvoří útek pevný kraj tkaniny, je kraj na protější straně zpravidla tlustší, snadno se mechanicky poškodí a páře se. Údaj o rozsahu výroby těchto strojů, je jen objem mezinárodního obchodu (export + import) se stuhami ze syntetických vláken, který obnášel v roce 2008 cca 350 000 tun. [12]



Obrázek 16 - Schéma spojení útků se záchytnou nití (řetízek na pravém kraji) [12]



Obrázek 167 - obrázek znázorňující princip prošlupu jehly [Vlastní tvorba]

4. Zhodnocení rešerše

První úkol jsem si stanovil, byl vyhledat, v patentové databázi stroje pracující na podobném principu. Stroje, které jsem vybral jsou zobrazeny v první části rešerše. Druhý úkol, který jsem si zvolil, byla možná řešení koupě tkacího stroje. Při řešení při možnosti nákupu nového stroje, jsem bral zřetel na cenu a velikost stroje. Tkací stroje jsem vybíral, aby splňovali požadované vlastnosti dané mnou a principem tkaní na karetkách. Poté jsem hledal na stránkách cizích serverů, jestli se nedají koupit nějaké stroje pracující na stejném principu v zahraničí.

Po dokončení vyhledávání, jsem se rozhodl vytvořit vlastní návrh řešení, inspirovaný stávajícím principem pletení na karetkách. Protože podle mnou zvolených parametrů stroje vyhledávané v rešerši nevyhověly, většinou z důvodu vysoké ceny stroje nebo kombinovanému principu tkaní či pletení.

Ve vlastím návrhu vozíku chci využít normalizovaných dílců a profilů materiálu, dále chci vybrat z různých druhů principu otáčení a posuvu nití ale nebudu řešit princip prohození člunku, jelikož by se dalo využít již používaný způsob prošlupu nitě např. jako u stroje na obr.16 a obr.11 (str. 23).

4.1. Finanční rozbor vybraných strojů na trhu

Tabulka 2 - Finanční rozbor vybraných strojů [Vlastní koncepce]

Název stroje	Cena Stroje
Stužkový stav	2 380,00 Kč
Velký dvoulistový stav S-03	18 200,00 Kč
Vysokorychlostní auto. jehl. stav	82 395,90 Kč
Tkalcovský stav "Ferdinand" S-111/16	104 000,00 Kč
Jehlový stuhařský stroj	154 492,30 Kč

Díky finančnímu porovnání jsou zřetelné cenové rozdíly strojů, jak díky složitosti konstrukce, tak automatizaci stroje. Grafická analýza znázorňuje ceny strojů a tím i jejich velké cenové rozdíly. Tímto bych chtěl zdůraznit vysoké ceny strojů automatizovaných strojů nebo složitějších dřevěných konstrukcí tkacích stavů.

5. Konstrukční návrh stroje

Ve svém konstrukčním návrhu budu využívat postupy konstrukčního procesu probírané v předmětu Výrobní stroje I. a také za využití literatury „Konstrukční nauka“ od Vladimíra Hubky [20].

Můj návrh řešení stroje respektuje požadavky kladené problematikou způsobu tkaní na karetkách. V mém konstrukčním postupu, se zejména pokusím vylepšit stávající problematiku tkaní, a přitom dodržet princip karetek. Tím pádem se zaměřím na tvar samotné karetky a na možnosti jejich otáčení. Zejména bych se chtěl pokusit řídit otáčení jednotlivých karetek, a následně je řídit pomocí automatizačních prvků.

Rád bych stroj řešil polo automatizovanou variantou, která umožňuje automatický posuv nití a prohození správné barvy nitě. Také chci přizpůsobit konstrukci, přijatelně ceně stroje. Proto se budu stroj snažit konturovat z normalizovaných dílů. Při tvorbě vzorů chci využívat programy, které jsou volně dostupné ke stažení. Dále vytvořím několik variant řešení, které mezi sebou následně porovnáám podle kritérií a vyberu nejlepší variantu řešení.

5.1. Kritéria hodnocení variant řešení

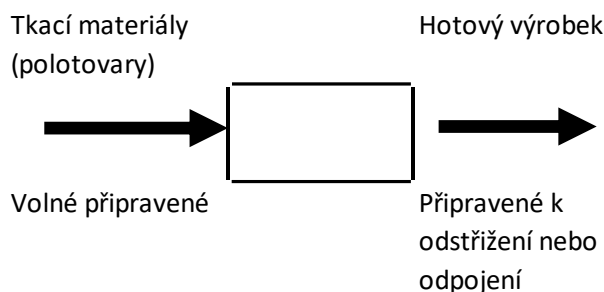
Hodnocení 1-10 (čím nižší tím horší). Celkové hodnocení bude zaokrouhleno na celá čísla.

Tabulka 3-Kritéria hodnocení [Vlastní koncepce]

Dobrý posuv a nastavení nití	1-10
Snadná manipulace (se strojem)	1-10
Životnost	1-10
Cena	1-10
Velikost konstrukce	1-10
Automatizováno	1-10
Komunikace s PC	1-10

5.2.Stanovení hrubé stavební struktury

Černá skříňka:



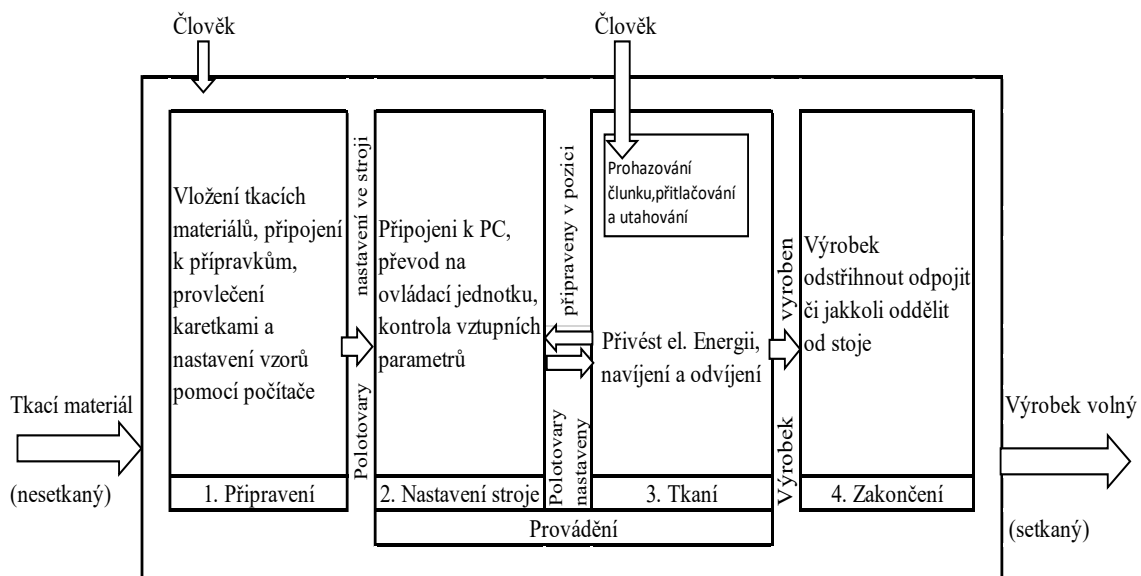
Obrázek 17 Černá skříňka [Vlastní tvorba]

Technologie:

Polotovary čili tkací materiály, jako jsou vlněné či bavlněné nitě, budou z jedné strany uchyceny k odvíjecí konstrukci, ze které se odvíjí a prochází karotkovými destičkami, kde vlákna či nitě mění své pořadí a tím tvoří vzor.

Dále za tímto procesem, se prohazuje člunek s nití, kterou se nitě spojují a tvoří výsledný výrobek. Člunek se také využívá dotahování nitě a stáhnutí osnovy.

Technický proces (pouze hlavní tok):



Obrázek 18 - Blokové schéma technického procesu [Vlastní tvorba]

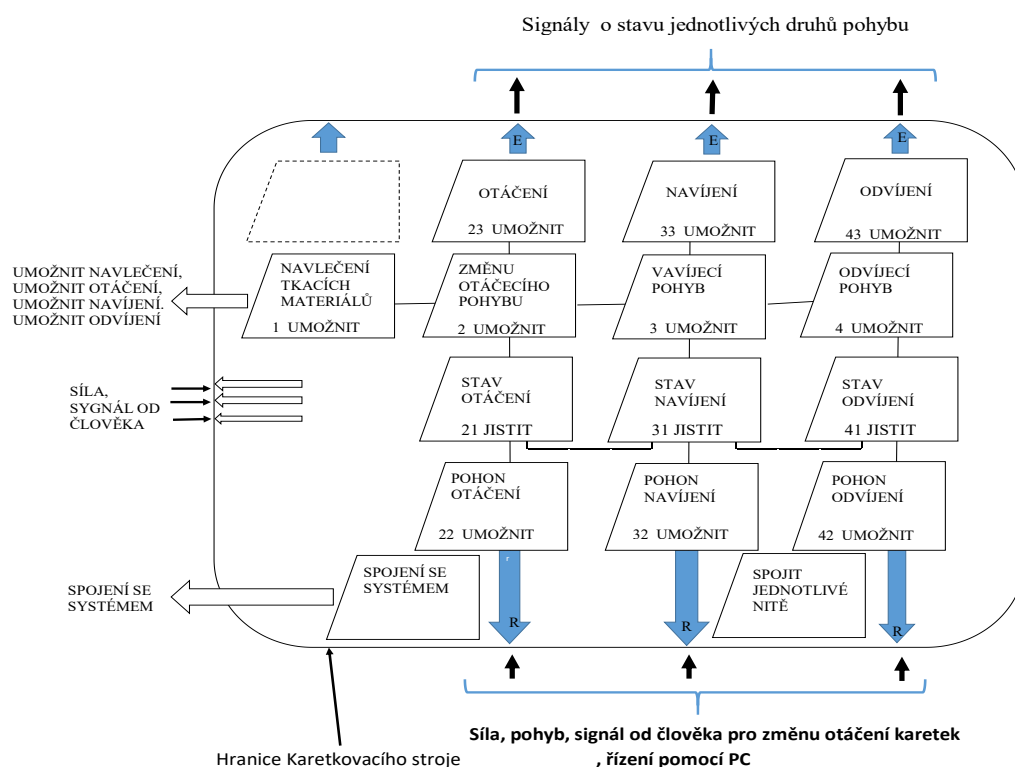
5.2.1. Upřesnění požadavků

Pro upřesnění požadavků kladených na stroj jsem vytvořil morfologickou matici, ve které vybírám možnosti pohonu a otáčení Karetkovacího stroje.

Tabulka 4 – Morfologická matice [Vlastní koncepce]

Dílčí funkce		Funkční principy / orgány funkcí				
		1	2	3	4	5
Fu 1	Otáčení karetek	Ruční	Elektrické	Klikové	Ozubením	Kombinací
Fu 2	Přesun, posuv výrobku (polotovaru)	Nahoru, dolů	Dopředu, dozadu, dráze navijení	Vlevo, vpravo		
Fu 3	Navíjení a odvíjení nití	EL. Pohonem	Ručně	Převodem	Kombinací	
Fu 4	Uložení navíjecích odvíjecích hřídelí	Ložiskové	Kombinací (pevné třecí)	Pevné uložení	Třecím ulož.	Třecím ulož.
21 31 41	Zajistit polohu	Díra / čep	Klik. mech	Západka	El. brždění	
22 32 42	Umožnit ruční pohon	Kombinace (ozubení a přímý pohyb)	Neumožnit	Kombinace (přímý pohyb a rotační)	Ozubené kolo pastorek	Klikovým mechanismem
23 33 43	Pohyb řídit Řízení/regulace Udávat poloh.	Pohonný mech.	Ručně	Elektrický	Kombinací ručního a elektrického	Klikové

Také jsem vytvořil funkční strukturu, ve které vyznačuji základní funkce stroje, na kterých se vyznačují základní funkce a parametry.



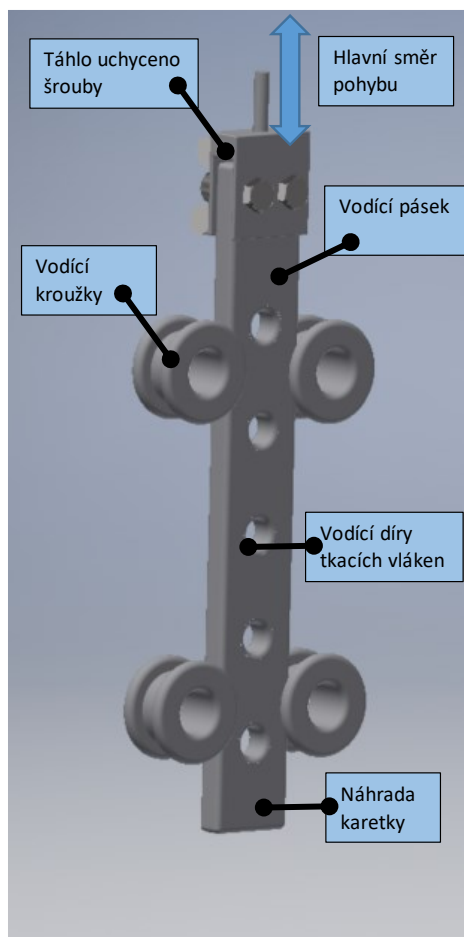
Obrázek 19 - Funkční struktura Karetkovacího stroje [Vlastní koncepce]

5.2.2. Základní hrubé principy řešení hlavní části pohybu

První způsob řešení pohybu

V prvním způsobu řešení se řeší pohyb jako přímočarý, jedná se vodící pásek nahrazující káterku, který běhá ve vodících kroužcích, pásek je přichycen k táhlu dvěma šrouby. Táhlo udává pohyb celému systému.

Ve vodícím pásku jsou středem umístěny díry, kterými se následně protahují nitě vlny nebo bavlny, díky pohybu táhla, které mění polohu vodícího pásku se docílí správné varianty barev tkacích vláken.

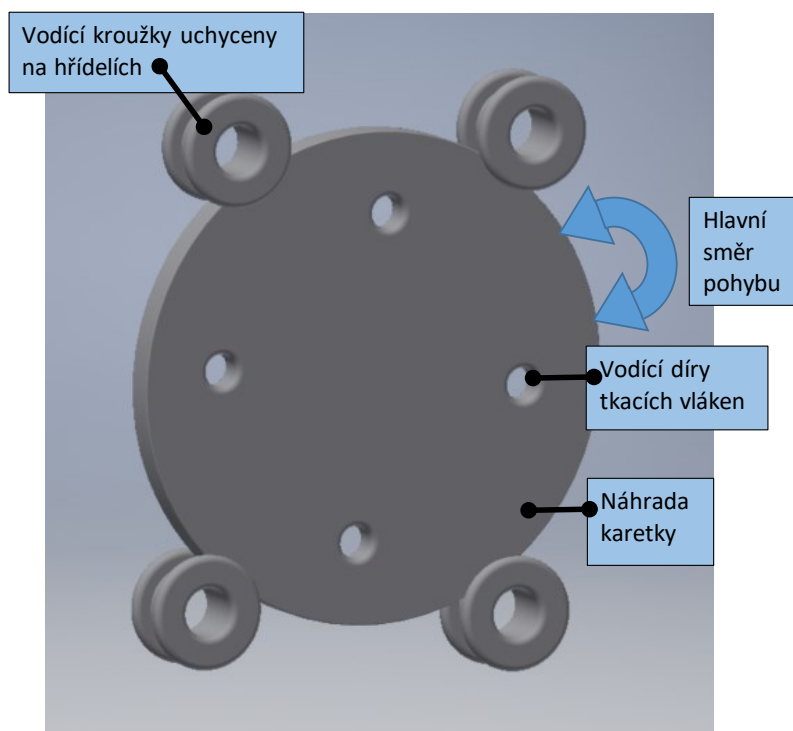


Obrázek 20 - První přímý způsob řešení pohybu [Vlastní tvorba]

Druhý způsob řešení pohybu

Ve druhém způsobu je tvar karetky řešen podobně jako samotná karetka. Tvar karetky představuje kolečko s dírami, kterými se protahují nitě tkacích materiálů. Způsob pohybu kolečka je řešen umístěním uprostřed čtyř oběžných kol umístěných na hřídelích.

Směr pohybu je dodržen principem karetkového tkaní. Oběžné kola jsou ve přímém styku s karetkovým kolečkem, tím je uzpůsoben přenos sil. Třecím dotykovým stykem oběžného kola a karetkového kola.



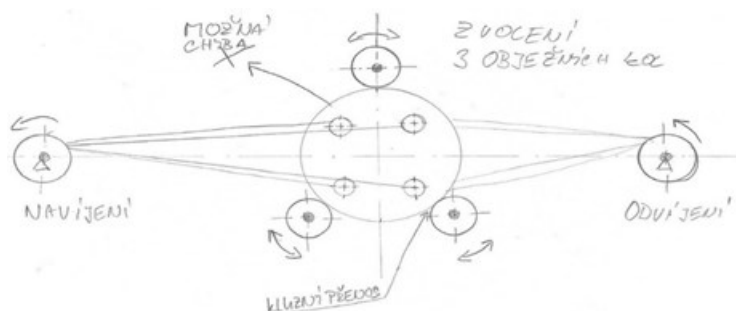
Obrázek 21 - Druhý kruhový způsob řešení pohybu [Vlastní tvorba]

5.3. Stanovení vlastních variant řešení

Ve vlastních variantách řešení budu navrhovat z druhého způsobu řešení pohybu obr. 21. Důvod vybrání této varianty je dodržení principu karetkování a pohybu karetky při otáčení, tímto způsobem dodržíme také způsob prohazování tkacích materiálů. Tím se dáčí barevnosti výsledných karetkových pásků

5.3.1. Varianta řešení 1.

V první variantě řešení jsem se zaměřil na návrh karetky a oběžných kol. Karetku jsem nahradil kolečkem umístěným mezi tři oběžná kola. Oběžná kola obíhají okolo vlastní osy a přes kluzný styk kol mezi sebou otáčejí karetkové oběžné kolo. Také jsem zde zvolil navíjení a odvíjení pomocí bubnů na každém konci stroje.

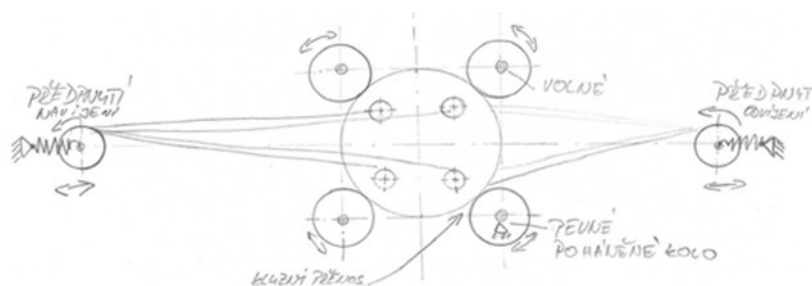


Obrázek 22 – Ruční náčrt první varianty řešení [Vlastní tvorba]

5.3.2. Varianta řešení 2.

Druhá varianta řeší v konceptu karetky čtyři oběžná kola. Tento typ rozmístění oběžných kol jsem zvolil z důvodu předpokladu možné chyby, při které by mohlo dojít k vypadnutí karetky při větším průhybu hřídele. Oběžná kola stále obíhají okolo vlastní osy, a přes kluzný přenos sil na kola působících mezi sebou otáčejí karetkové oběžné kolo.

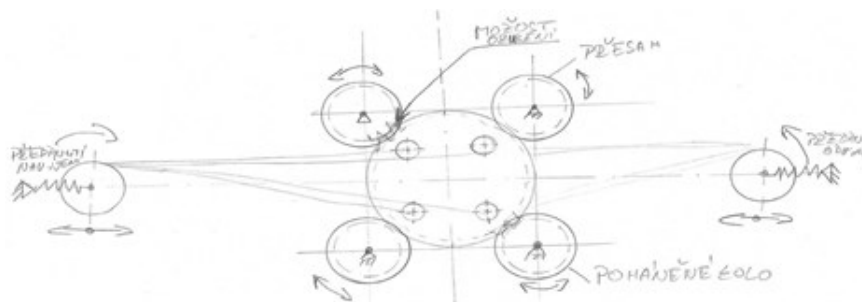
Také jsem zde zvolil navíjení a odvíjení pomocí bubnů na každém konci stroje nyní ale již, s pružinou s předepjetím na napnutí tkaných materiálů. Zvolil jsem také možnosti pohonu jednoho z oběžných kol pomocí ručního pohonu, které již mohou řídit.



Obrázek 23 - Ruční náčrt druhé varianty řešení [Vlastní tvorba]

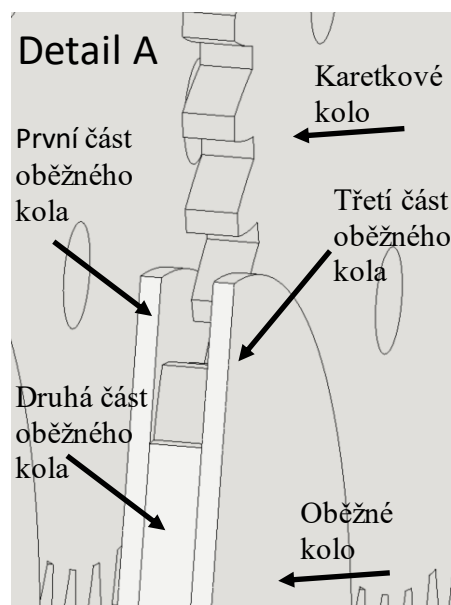
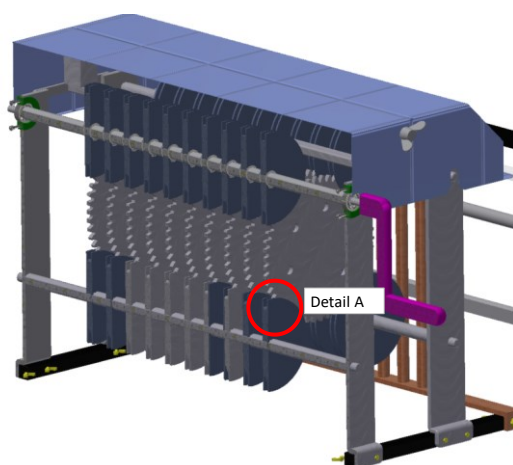
5.3.3. Varianta řešení 3.

U této varianty řešení vycházím z předchozího návrhu, jen pro větší přesnost otáčení karetky jsem řešil způsob přenosu sil pomocí přímého ozubení oběžných kol a také samotné karetky.



Obrázek 24 - Ruční náčrt třetí varianty řešení [Vlastní tvorba]

Oběžná kola jsou složena ze 3 částí, středního ozubeného kola ke kterému jsou připevněna dvě plastová kola o větším průměru, která by měla zabránit vypadnutí karetky, nebo také jejímu vybočení obr.25.



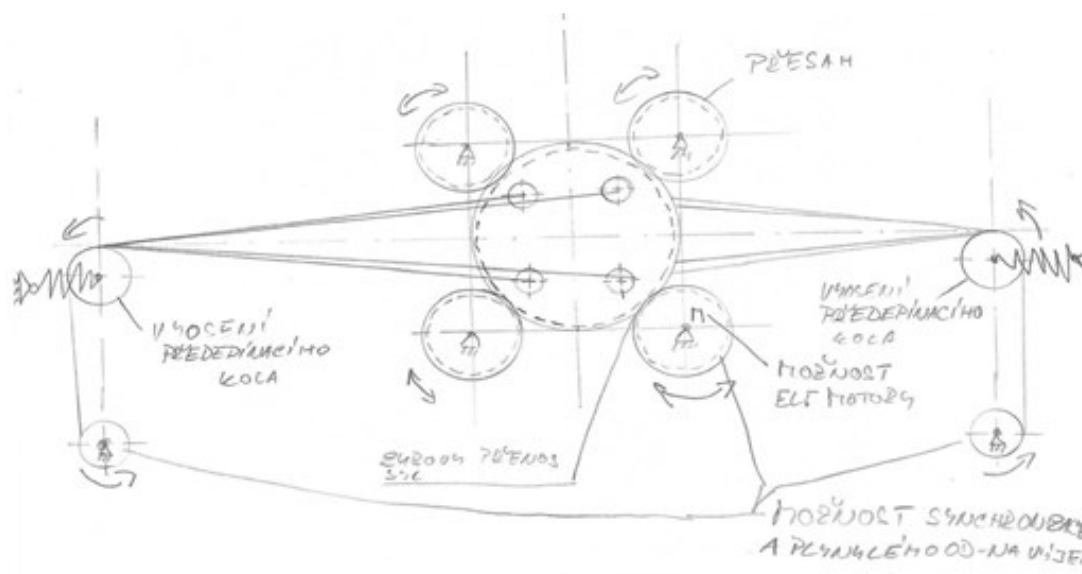
Obrázek 25 – Průřez náhledem oběžného kola [Vlastní tvorba]

5.3.4. Varianta řešení 4.

Tato poslední varianta řešení vychází z předchozího návrhu, u tohoto provedení volím možnost přímého ozubení, jak jsem popisoval v řešení 3. V tomto případě volím jiné umístění celého středu stroje oproti středu navíjení a odvíjení. Zvolil jsem zde také jiný princip navíjení a odvíjení viz obr.26. Jsou zde navíjecí a odvíjecí bubny a také přepínací hřídele pro předeptnutí tkacích nití.

Volím možnost řízení pomocí krokových motorků připojených přes ovládací jednotku do PC, ze kterého nastavuji natočení jednotlivých motorků. Také zde nabízím možnost automatického navíjení hotového výrobku a odvíjení tkacích materiálů např. vlny.

Pro tvorbu vzorů vycházím z programů volně dostupných k dispozici na internetu, díky kterým pak následně jednotlivé kroky převedu přes ovládací jednotku do samotného stroje.



Obrázek 26 - Ruční náčrt čtvrté varianty řešení [Vlastní tvorba]

5.4. Zhodnocení a vybrání výsledné varianty řešení

Řešení by mělo být jednoduché s ohledem na technologii výroby. Nastavení délky karetkového pásu nesmí omezovat manipulaci stroje. Využití normalizovaných dílců pro levnější výrobu je výhodou. Dle stanovených parametrů a hlavních funkcí, byla stanovena s nejlepším výsledkem varianta č. 4 viz. Tabulka 5.

Tabulka 5 - Organová struktura [vlastní koncepce]

Poznámka: Orgány – nositelé funkcí pro funkce: 31); 32); 33); 41); 42); 43) se snášejí se všemi kombinacemi hlavních funkcí		Varianta 1.	Varianta 2.	Varianta 3.	Varianta 4.
Kombinace organ-nositelů funkce	Fu1	0	0	0	5
	Fu2	2	3	5	7
	Fu3	0	0	0	8
	Fu4	5	5	5	5
Hrubé hodnocení	Dobrý posuv a nastavení nití	4	5	7	8
	Snadná manipulace (se strojem)	6	6	6	6
	Životnost	4	4	5	7
	Cena	8	7	6	5
	Velikost konstrukce	5	5	5	5
	Automatizováno	0	0	0	5
	Komunikace s PC	0	0	0	10
	Technické nedostatky	2	3	3	5
	Výrobní náklady (na stroj)	6	5	4	3
Celkové hodnocení		42	43	46	79

6. Konstrukční návrh výsledné varianty

Samotné konstruování a modelování budu provádět v softwaru Autodesk Inventor což je parametrický, adaptivní 3D modelář - CAD aplikace firmy Autodesk. V tomto softwaru budu také následně provádět finální výkresovou dokumentaci.

Před finálním konstruováním návrhu vybrané varianty č.4 jsem provedl pevnostní zkoušky jednotlivých vláken materiálu vlny a bavlny. Testovaná vlákna byla různých sil, a barev. Díky výsledkům, které jsou zobrazeny v tabulce níže, budu následně vybírat předepínací pružiny pro napínání vlny a bavlny.

Tabulka 6 - Výsledky pevnostní zkoušky [Vlastní tvorba]

	Druhy materiálu	Síla vlákn po jehlici	Barva	Pevnost v tahu [lbs]	Pevnost v tahu [N]	Délka protažení MAX [mm]
1.	Vlna BATOLE	3	Zelená	5,5	24,4652	235
2.	Vlna BATOLE	3	Modrá	6	26,6893	205
3.	Vlna BATOLE	3	Cihlová	6,5	28,9134	240
4.	Vlna GLORIA	2-2,5	Oranžová	5,5	24,4652	240
5.	Vlna GLORIA	2-2,5	Krémová	5,5	24,4652	195
6.	Vlna GLORIA	2-2,5	Hnědá	4	17,7929	202
7.	Vlna ELLIÁN	3,5	Okrová	7	31,1376	185
8.	Vlna ELLIÁN	3,5	Vínová	8,5	37,8099	205
9.	Vlna ELLIÁN	3,5	Latte	7,5	33,3617	215
10.	Bavlna Moulinet	-	Oranžová	6,5	28,9134	50
11.	Bavlna Moulinet	-	Vínová	9	40,034	70
12.	Bavlna Moulinet	-	Černá	2	8,89644	55

Průměrná hodnota pevnosti: 27,25N
Maximální hodnota pevnosti: 40,03N
Minimální hodnota pevnosti: 8,90N

6.1. Příklad pevnostní zkoušky

Pro doložení pevnostních zkoušek zde uvedu první záznam ze zkoušky a dále popíši celý postup zkoušky kterou jsem kompletně nafotil a analyzoval.

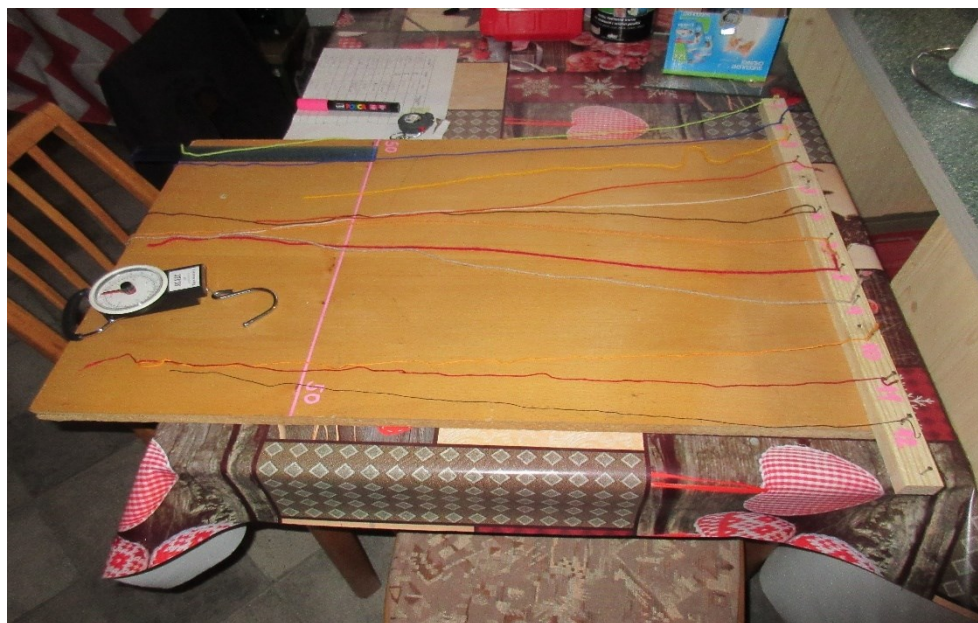
6.1.1. Příprava zkoušky

V první fázi zkoušky jsem si připravil pomůcky pro samotnou zkoušku. Mezi pomůckami se nachází vlněná a bavlněná příze. Pro více výsledků jsem si pořídil 9 vlněných klubek různých silách vláken, barev, výrobců, a také 3 bavlněné vzorky viz. tab.6.



Obrázek 27 – příprava materiálu [Vlastní tvorba]

Dále jsem k přípravě použil desku s úchyty pro jednotlivé vzorky. Jednotlivé vzorky jsem si pečlivě označil, také jsem na desce poznačil výchozí rozměr vzorku. Měřicí desku jsem také opatřil pravítkem pro změření přibližné délky protažení materiálu, který také uvádím ve výsledkové tabulce. Další pomůcky, které jsem si připravil metr, psací potřeby, nůžky, fotoaparát, měřicí přístroj viz. obr.29.



Obrázek 28 – Příprava pokusu [Vlastní tvorba]



Obrázek 29- Zobrazení měřicího přístroje siloměru [21]

Popis měřicího přístroje:

Váha s přehledným numerickým ciferníkem do 35 kg s integrovaným metrem. Kovové držadlo s plastovou rukojetí pro pohodlnější držení. Mechanické měřidlo s pevným kovovým hákem. [21]

- výsuvný 1 metr
- ciferník
- paměť posledního vážení
- dvojité uchycená gumová rukojeť

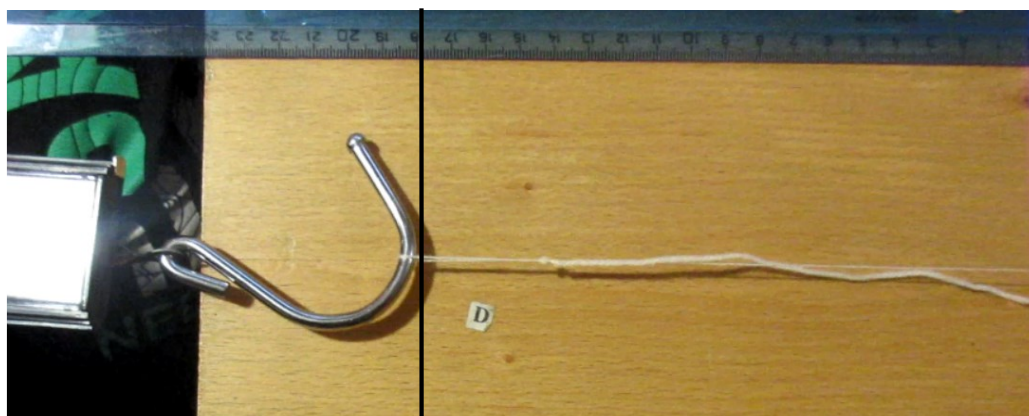
6.1.2. Průběh zkoušky

Ve druhé fázi jsem se zabýval samotnou zkouškou. Po vynulování měřícího přístroje jsem k přístroji připojil vzorek, který nebyl napnut. Nyní jsem začal pomocí měřidla natahovat vzorek, při natahování vzorku jsem fotoaparátem natáčel průběh pokusu. Z tohoto záznamu jsem zjistil maximální protažení vzorku před přetržením.

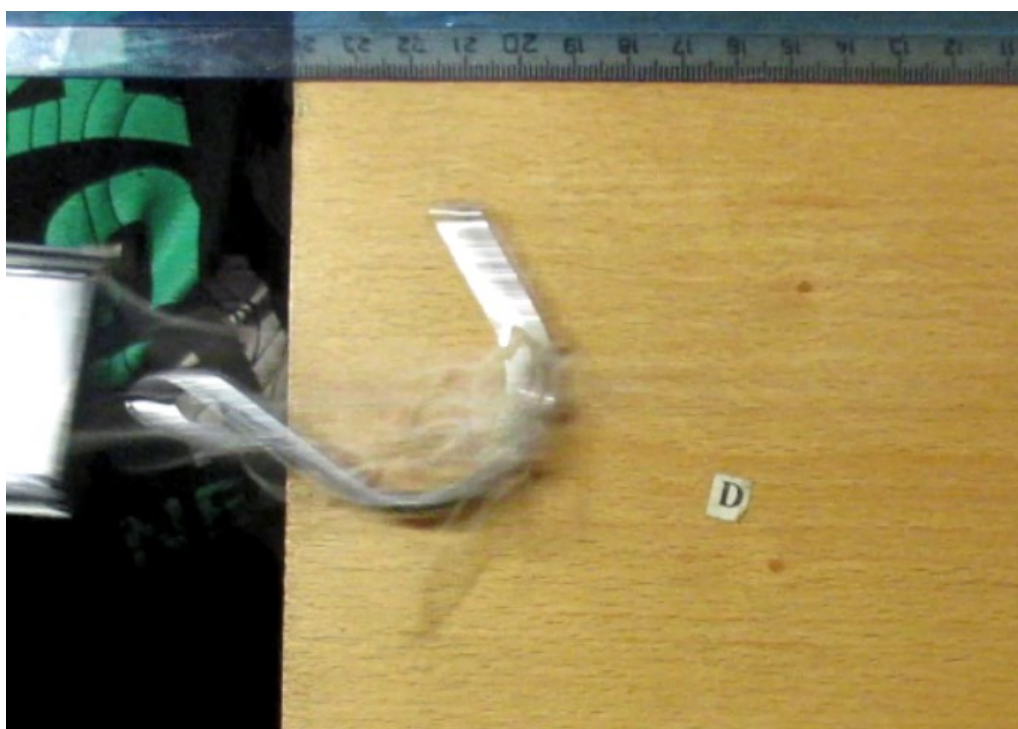


Obrázek 30 - Detail začátku prvního testu vlákna [Vlastní tvorba]

Po přetržení vzorku jsem, také zjistil naměřenou hodnotu na měřícím zařízení, které ukazovalo silovou hodnotu tahu. Následně jsem též zapsal výsledek testů do tabulky výsledků tab. č.6.



Obrázek 31 – Snímek těsně před přetržením [Vlastní tvorba]



Obrázek 32 - Snímek těsně po přetržení [Vlastní tvorba]

6.2.Konstrukce rámu

Při řešení konstrukce rámu vytvořím několik variant řešení rámu. Tyto varianty následně vyhodnotím podle parametrů stanovených níže.

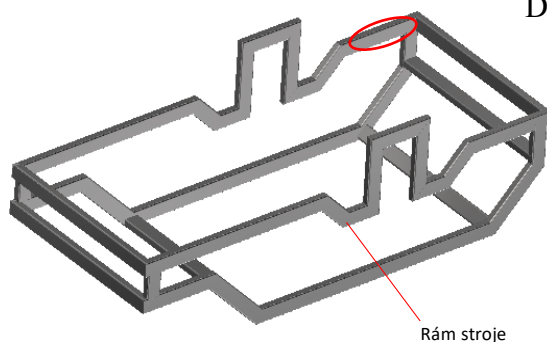
Hodnocení 1-10 (čím nižší tím horší). Celkové hodnocení bude zaokrouhleno na celá čísla.

Tabulka 7-Krytéria hodnocení [Vlastní koncepce]

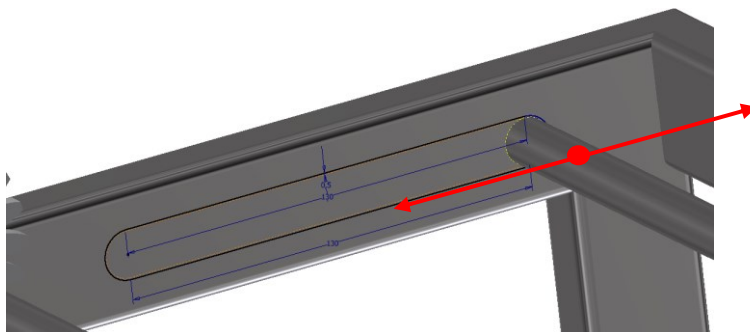
Složitost konstrukce rámu	1-10
Snadná manipulace a sestavení	1-10
Velikost konstrukce	1-10
Volba materiálu	1-10
Možnost rozebíratelnosti rámu	1-10
Hmotnost konstrukce	1-10

6.2.1. První návrh rámu

Tato varianta návrhu rámu se zabývá využitím normalizovaných ocelových profilů. Tyto profily jsou o rozměrech 15x20 mm tenkostěnných ocelí $t=1\text{ mm}$. Rám je tvořen k sobě svařenými profily přesně nařezanými podle výkresové dokumentace. V rámu byly také vyfrézované vodící lišty pro hřídelové předepínače, v samotném rámu musí být vyvrtané díry pro samotné hřídele.



Obrázek 33 - První návrh [Vlastní tvorba]

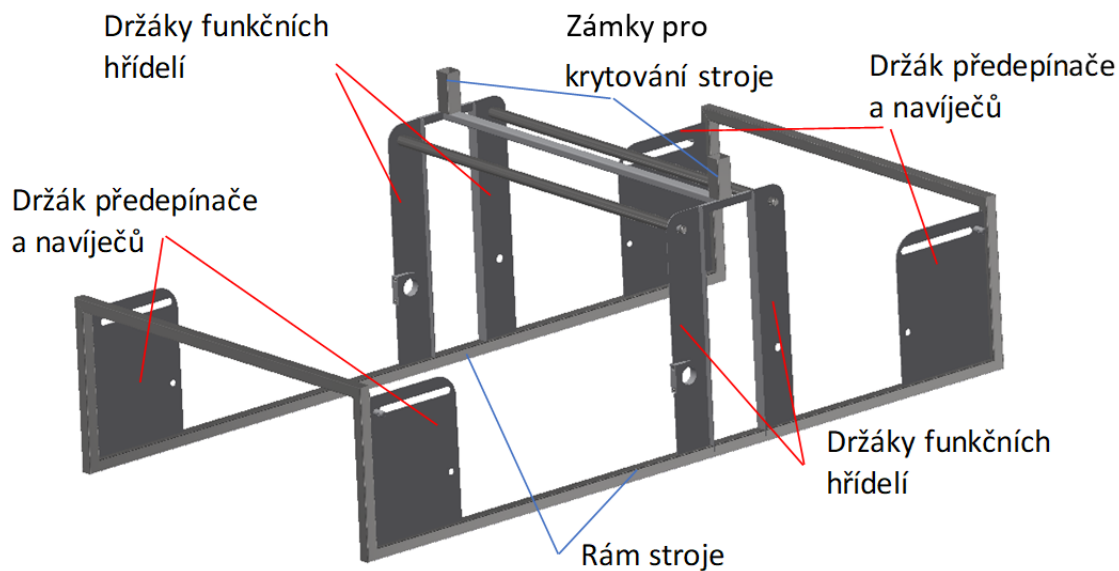


Obrázek 34 - Detail drážky A. - náhled pohybu předepínačů [Vlastní tvorba]

6.2.2. Druhý návrh rámu

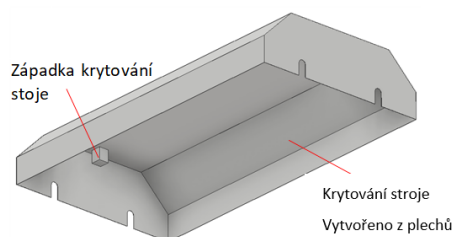
Druhá varianta rámu je volena také z normalizovaných profilů ale již v jednodušší verzi. Je zde jen základní obdélníková konstrukce svařená z profilů 15x15mm. Také zde využívám plechových dílů pro vodící hřídele, a umístění hlavních čtyř funkčních hřídelí. V plechových dílech umístěných na kocích rámu jsou vodící drážky pro předepínací hřídele, také díry pro navíjecí a odvíjecí hřídele. Pro uchycení

předepínacích pružin jsou zde také přivařeny kolíčky pro uchycení háčků pružin. Tyto díly jsou také svařeny a kompletně přivařeny ke konstrukci.



Obrázek 35 - Druhý návrh [Vlastní tvorba]

Dále v této variantě navrhuji krytování funkčního mechanismu, aby se zabránilo zapadávání nečistot a jiných volných těles mezi karetkové a vodící ozubená kola. Kryt je volen jako plechová konstrukce se dvěma západkami, které mají vodící zámek na druhé straně na rámu, vodící zámek je vytvořen z čtvercového profilu.

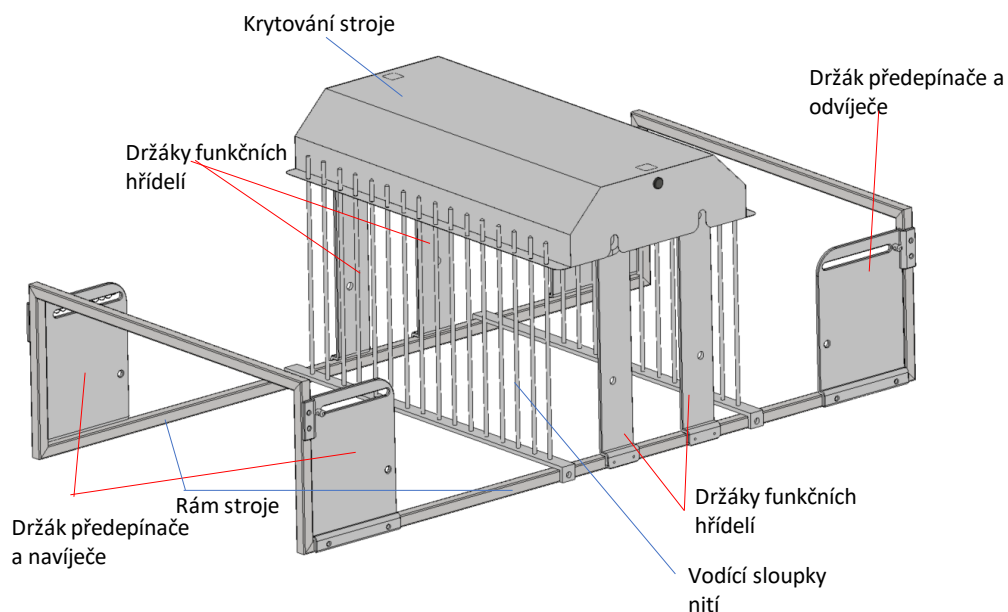


Obrázek 36 - Kryt stroje [Vlastní tvorba]

6.2.3. Třetí návrh rámu

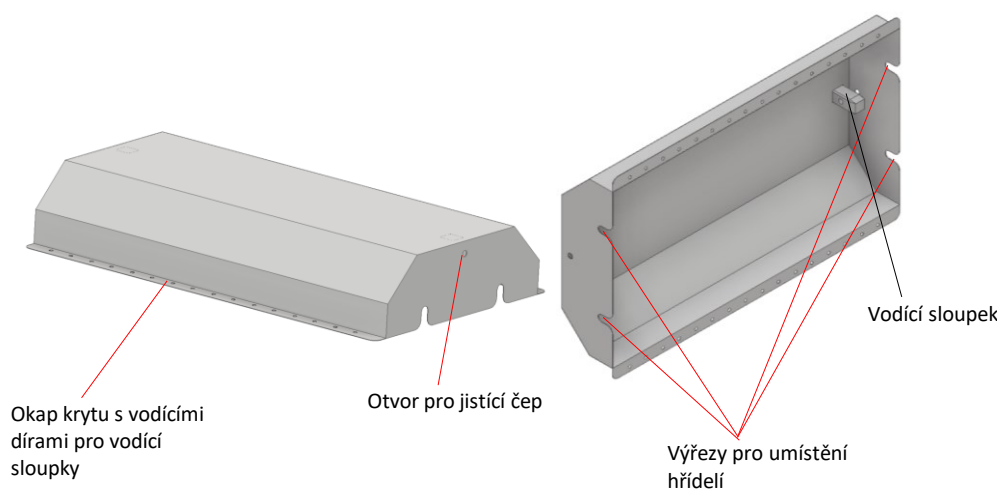
V posledním návrhu rámu stroje, jsem vycházel z předešlého návrhu, ale již jsem se zaměřil na svařovanou konstrukci rámu stroje. Po uvážení složitosti konstrukce rámu v návaznosti na svařovanou konstrukci jsem se rozhodl nechat jen svařovaný základní rám stroje obr. 37. Další komponenta rámu jako jsou držáky a předepínače

u navíječů či odvíječů, držáky funkčních hřídelí či vodící sloupky pro nitě jsem udělal smontovatelné k základnímu rámu pomocí šroubů.



Obrázek 37 - Rám stroje [Vlastní tvorba]

Rám stroje obsahuje také krytování karetkovacího soukolí, pro zabránění vniku nečistot a cizích těles do soukolí. Kryt stroje má také vodící sloupky pro přesné zapadnutí do zámků umístěných na stroji, které jsem volil pro aretaci přesné polohy na stroji zajištění krytu čepy. Z bezpečnostního hlediska je kryt vybaven v místech vodících sloupků párem jisticích čepů.

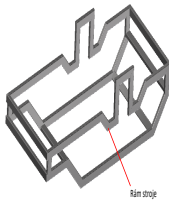
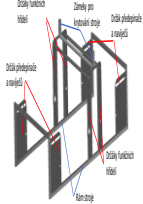
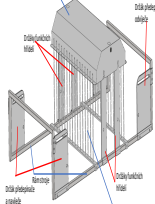


Obrázek 38 - Kryt stroje [Vlastní tvorba]

6.2.4. Zhodnocení výsledného rámu

Podle výše stanovených parametrů jsem provedl vyhodnocení výsledné varianty rámu. Požadavkům vyhověla nejlépe varianta rámu 3. Díky své jednoduché základní konstrukci, která je svařena. Tato varianta kombinuje výhodu připevnění dalších částí rámu pomocí šroubových spojů a z toho vyplývající materiálovou variabilitu. V konstrukci tak mohla být využita pevná ocel v kombinaci s lehkým hliníkem pro odlehčení celého mechanismu.

Tabulka 8 - Vyhodnocení výsledné varianty řešení

	Varianta 1.	Varianta 2.	Varianta 3.
			
Složitost konstrukce rámu	3	2	7
Snadná manipulace a sestavení	2	4	8
Velikost konstrukce	5	5	5
Volba materiálu	7	7	6
Hmotnost rámu	5	7	10
Možnost rozebíratelnosti rámu	0	0	8
Celkové hodnocení	22	25	44

6.3. Materiály konstrukce

Na samotnou konstrukci rámu jsem využil konstrukční ocelové profily v kombinaci s hliníkovými tlustostěnnými plechy, či tyčemi obdélníkového průřezu. Níže uvádím hrubý přehled vlastností materiálu E220+CR2, S2 (1.0215) oceli trubky svařované přesné čtvercové, EN 10305-5 // rozměr 15x15x1,5, využitě pro základní konstrukci rámu Detailnější náhled v příloze B.

Tabulka 9 – Mechanické vlastnosti materiálu [22]

Označení		Mez pevnosti v tahu R_m Mpa	Horní mez kluzu R_m Mpa	Tažnost A %
Značka	Číselné označení			
E190	1.0031	270	190	26
E220	1.0215	310	220	23
E260	1.0220	340	260	21
E320	1.0237	410	320	19
E370	1.0261	450	370	15
E420	1.0575	490	420	12

POZNÁMKA: Mechanické a technologické vlastnosti v ovlivněné svařovací zóně mohou být odlišné od základního materiálu.

Tabulka 10 – Složení použitého materiálu [22]

Označení oceli		Hmotnostní podíl v %					
Značka	Číselné označení	C max	Si max	Mn max	P max	S max	Al celk. b) min
E190	1.0031	0,1	0,35	0,7	0,025	0,025	0,015
E220	1.0215	0,14	0,35	0,7	0,025	0,025	0,015
E260	1.0220	0,16	0,35	1,2	0,025	0,025	0,015
E320	1.0237	0,2	0,35	1,4	0,025	0,025	0,015
E370	1.0261	0,21	0,55	1,6	0,025	0,025	0,02
E420	1.0575	0,16	0,5	1,7	0,025	0,025	0,02

^{a)} Prvky, které nejsou v této tabulce uvedeny (současně však platí poznámka ^{b)}), nesmí být bez souhlasu odběratele do oceli záměrně přidávány, kromě těch, které mohou být přidány z důvodů dezoxidace a/nebo vázání dusíku. Je třeba přijmout všechna přiměřená opatření, aby se zabránilo vnesení takových prvků do oceli z kovového odpadu nebo jiných surovin používaných při výrobě.

^{b)} Tato podmínka neplatí za předpokladu, že ocel obsahuje dostatek jiných prvků, které váží dusík, jako Ti, Nb nebo V. Při použití titanu musí výrobce doložit že (Al + Ti/2) ≥ 0,020. Přísada Nb, Ti a V je dovolená a je na úvaze výrobce. Obsah těchto prvků musí být oznámen.

Základní přehled vlastností hliníkové části rámu jsou zobrazeny v tabulce 11, také je v ní zobrazen chemický rozbor oceli. Dále v tabulce v příloze D jsou zobrazeny technologické vlastnosti.

Konkrétní údaje naleznete v tabulkách. Z pohledu povrchových úprav se nabízejí hliníkové plechy přírodní (bez povrchových úprav), eloxované, protiskluzové a lakované. Podrobnější informace viz. příloha A a B

Tabulka 11 – Označení a vlastností hliníkových komponentů [26]

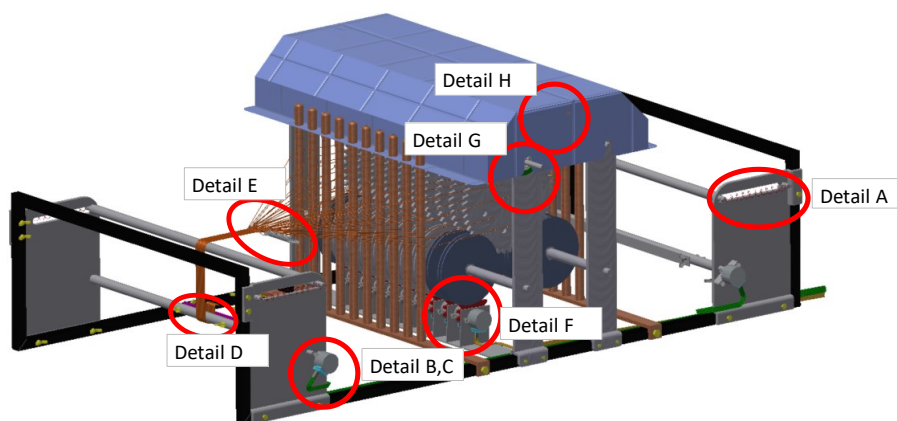
Označení dle EN	Hutní označení	ČSN	DIN	Korozivní odolnost	Vhodnost k eloxázi 3)	Svařitelnost
EN AW 1050	AL99,5	424005	3.0255	velmi dobrá	ano	velmi dobrá
EN AW 3003	AlMn1Cu		3.0517	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 3103	AlMn1	424432	3.0515	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 3004	AlMn1Mg1		3.0526	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 3005	AlMn1Mg0,5		3.0525	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 3105	AlMn0,5Mg0,5		3.0505	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 5005	AlMg1		3.3315	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá
EN AW 5049	AlMg2Mn0,8		3.3527	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá
EN AW 5052	AlMg2,5		3.3523	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá

Tabulka 12 - Mechanické vlastnosti hliníkových komponent [26]

Materiál	Stav		Rm (Mpa)		Rp 0,2 MPa
			min.	max.	
Al99,5 EN AW 1050	O/H111	měkký	65	95	20
	H12/H22	1/4 tvrdý	85	125	65
	H14/H24	1/2 tvrdý	105	145	85
	H16/H26	3/4 tvrdý	120	160	100
	H18/H28	tvrdý	140		120
AlMnCu EN AW 3003	O/H111	měkký	95	135	35
	H14/H24	1/2 tvrdý	145	185	125
	H18/H28	tvrdý	185		165
AlMn1	O/H111	měkký	90	130	35
	H14/H24	1/2 tvrdý	140	180	120
	H16/H26	3/4 tvrdý	160	200	145
	H18/H28	tvrdý	185		165
AlMn1Mg1 EN AW 3004	O/H111	měkký	155	200	60
	H12/H22	1/4 tvrdý	190	240	155
	H14/H24	1/2 tvrdý	220	265	180
	H16/H26	3/4 tvrdý	245	285	200
	H18/H28	tvrdý	260		230
AlMn1Mg0,5 EN AW 3005	O/H111	měkký	115	165	45
	H12/H22	1/4 tvrdý	145	195	125
	H14/H24	1/2 tvrdý	170	215	150
	H16/H26	3/4 tvrdý	195	240	175
	H18/H28	tvrdý	220		200

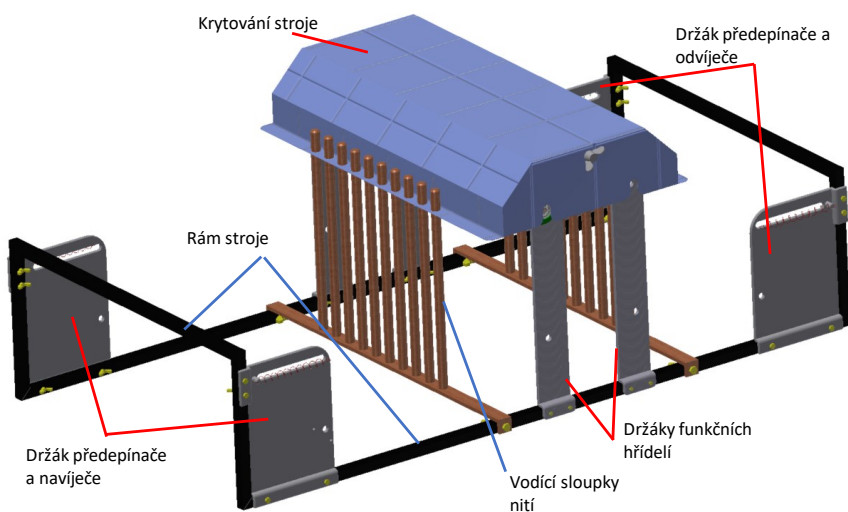
7. Kompletní konstrukce vyhodnoceného návrhu

Níže na obrázcích můžete vidět kompletní konstrukci stroje. Která se skládá, z krytu stroje, funkčního principu karetkování přeneseného do soukolí přímého ozubení. Obrázek také zobrazuje pohonné jednotky pro hlavní pohyb soukolí, a pohon navíječů a odvíječů. Navíječ představuje hřídel, ke které je upevněn přídržovač na držení karetkového pásu. Odvíječ je také tvořen hřídelí u ní je stejným způsobem připevněn přídržovač na držení tkacích nití.

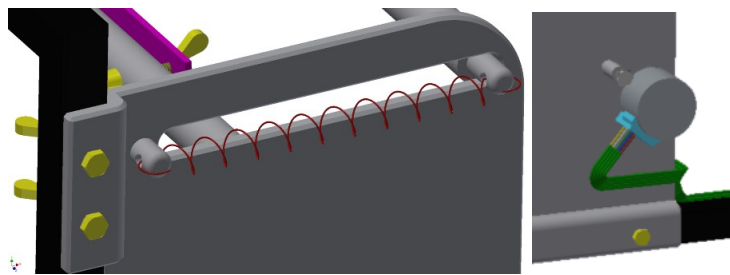


Obrázek 39 - Kompletní konstrukce stroje s pohonem (Detail A – zobrazení pružiny, Detail B/C – zobrazení pohonu navíječe, Detail D – uchycení pro navíjení, Detail E – zobrazení karetkového pásu s prohozením uteku, Detail G – uložení funkční hřídele, Detail F – pohon karetek, Detail H – uchycení krytu) [Vlastní tvorba]

Rám stroje tvoří krytování, vodící sloupky a hlavní rám stroje. Držáky předepínače a odvíječe představují hliníkový plech který má vodící drážku pro předepínací hřídel nití. Hlavní část rámu také představují držáky funkčních hřídelí.

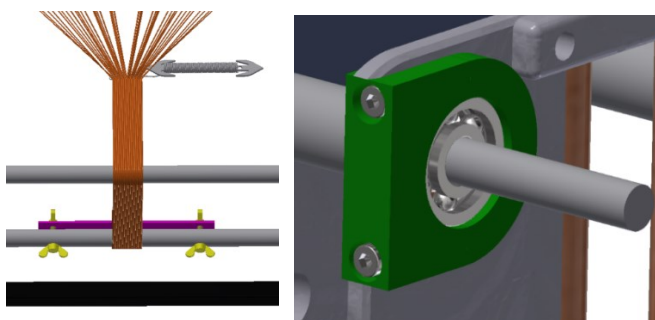


Obrázek 40 – Náhled kompletní konstrukce rámu stroje [Vlastní tvorba]



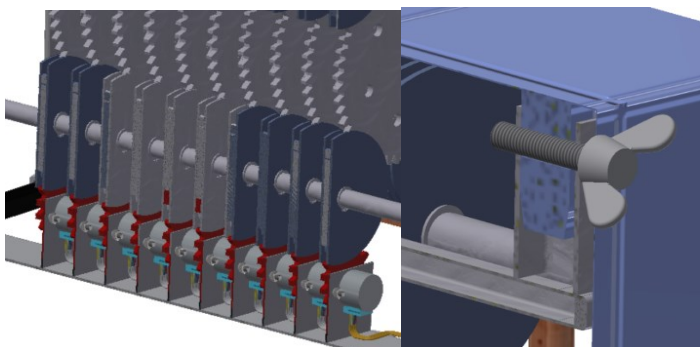
Obrázek 41 - Detail A – zobrazení pružiny, Detail B/C – zobrazení pohonu navíječe [Vlastní tvorba]

Na obrázku 41 je vidět detail A předepínací pružiny napnuté v maximální funkční délce napínání. Také je zde zobrazen detail B/C který zobrazuje krokový motor pro pohon navíjecí a odvíjecí hřídele.



Obrázek 42 - Detail D – uchycení pro navíjení, Detail E – zobrazení karetkového pásu s prohozením útku, Detail G – uložení funkční hřídele [Vlastní tvorba]

Obrázek 42 zobrazuje detail D uchycení karetkového pásu a také prohození útku pro spletení pásků. V detailu E je vidět způsob uchycení fixní hřídele s možností vyměnění pro otáčení.

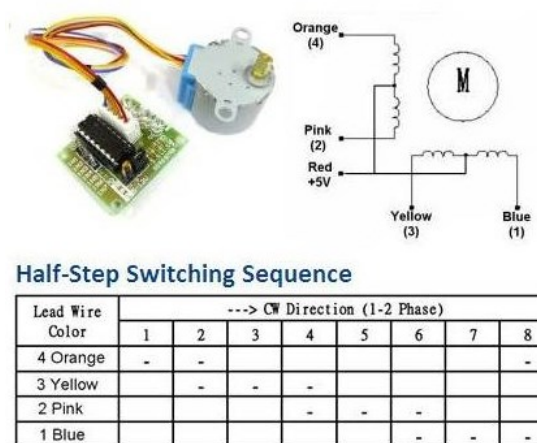


Obrázek 43 - Detail F – pohon karetek s motory, Detail H – Způsob uchycení krytu [Vlastní tvorba]

Na obrázku 43 je vidět detail F - elektro pohony jednotlivých karetek umožňují jakéhokoliv vzorování díky pohybu dopředu a dozadu, kdykoli podle příkazu sestaveného vzoru karetky v programu, který zmiňuji níže v kapitole „Software“. V detailu H je vidět spojení rámu a krytu stoje pomocí křídlového šroubu. Také bych chtěl podotknout, že jsem pro všechny šroubové spoje volil normalizované díly.

8. Pohonná jednotka a ovládací jednotka

Modul krokového motorku s budičem. Lze použít s vývojovými kity Arduino /Genuino, Raspberry PI a spoustou dalších. Obsahuje 4 indikační LED diody. [25]



Obrázek 44 – Zobrazení motoru 28BYJ-48 [25]

Popis:

Modul krokového motoru s driverem

Typ motoru 28BYJ-48

Převodový poměr 1 / 64

Úhel kroku 5.625 x 1 / 64

Průměr 28 mm

LED status A, B, C, D

Piny IN1, IN2, IN3, IN4

Arduino Mega s CH340G Atmega2560-16AU

Kompatibilita:

Platforma Arduino, Raspberry Pi a další

Napájení:

5 VDC

Čip:

ULN2003



Obrázek 45 - Arduino Mega s CH340G Atmega2560-16AU [25]

Deska založená na ATmega2560-16AU má 54 digitálních vstupních/výstupních pinů (z nichž 14 může být použito jako PWM výstupy), 16 analogových vstupů, 4 UARTs (hardwarové sériové porty), 16 MHz krystalový oscilátor, připojení USB, napájecí konektor, ICSP a tlačítko reset.

Specifikace:

Microcontroller:ATmega2560

Taktovací frekvence:16 MHz

EEPROM:4 KB

SRAM:8 KB

Flash Memory:256 KB z toho 8 KB
používá bootloader

Provozní Napětí:5V

Vstupní Napětí (doporučeno):7-12V

Analogové Vstupní Piny:16

Digitální I/O Piny:54 (z toho 14
poskytuje PWM výstup)

DC Proud pro 3.3 V :50 mA

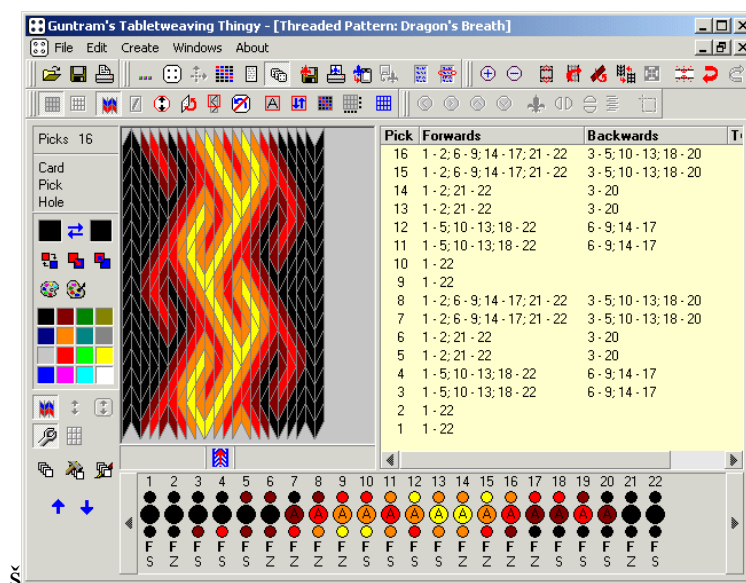
DC Proud na I/O :40 mA

Velikost:100*55 mm [25]

9. Software

Guntram's Tabletweaving Thingy

Software, který využiji je volně k dispozici na internetu. V tomto programu mohu vytvářet vzory jednotlivých karetkových pásků. Při vytváření vzoru volím druhy barev, způsoby provlečení nitě karetkou na stranu S a Z (způsob provlečení S - pravá strana a Z – levá strana), také možnosti počtu děrování karetky.



Obrázek 46 – Náhled programu [Generováno programem]

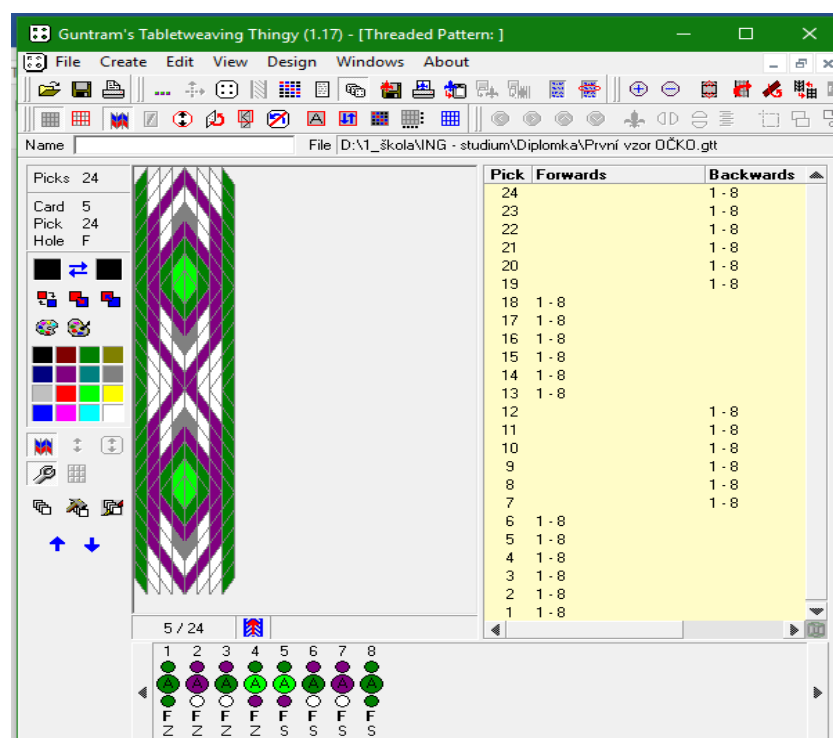
Požadavky na systém:

Windows:

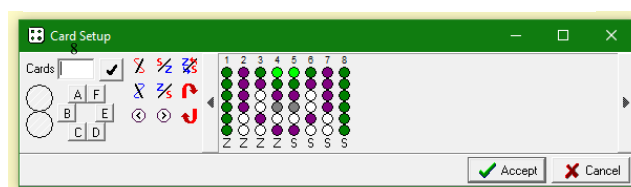
GTT by měl běžet na jakémkoliv současné platformě Windows. Nicméně, existují rozdíly mezi jednotlivými operačními systémy Windows, takže můžete zaznamenat drobné zvláštnosti, pokud vaše O / S, není stejný jako ten, který jsem sestavil GTT pod.[9]

Vlastní návrh vzoru

Vzor který jsem vytvořil je tvořen třemi barvami. Pro vytvoření vzoru jsem využil nastavení děrování karetky o šesti dírách. V běžovém poli jsou výsledky tvorby vzoru podle kterých pak následně celí vzor tkám.



Obrázek 47 – Vlastní vzor [Generováno programem]



Obrázek 48 – Způsob rozložení barev [Generováno programem]

Tyto výsledky následně využiji pro tvorbu příkazů, a import do ovládací jednotky pro ovládání krokového pohonu. Moje tvorba vzoru zahrnuje opakovací vzor po šesti krocích. Celkově se opakuje po dvanácti krocích.

10. Výpočty pro návrh

10.1. Výpočet ozubení

Samotný výpočet ozubení provádím v programu Autodesk Inventor, pomocí vestavěného modulu, generátor komponent čelních ozubených kol. Níže na obrázku 49. a obrázku 50. můžete vidět stanovené parametry a také výsledky návrhu který vyšel úspěšně.

Generátor komponent – čelní ozubená kola

Návrh f_g Výpočet

Společné

Scénář návrhu

Úhel profilu 20,000 deg Úhel sklonu 0,000 deg

Požadovaný převodový poměr 2,000 ul

Modul 3,000 mm Vzdálenost os 114,018 mm

Scénář jednotkového posunutí S vyrovnáním měrných skluzů

Celková jednotková korekce 0,5305 ul

Náhled...

Kolo1

Komponenta Válcová plocha

Počet zubů 25 ul

Šířka ozubení 5,000 mm

Jednotkové posunutí 0,3502 ul

Kolo2

Komponenta Válcová plocha

Počet zubů 50 ul

Šířka ozubení 5,000 mm

Jednotkové posunutí 0,1803 ul

Výsledky

Kolo 1

i 2,0000 ul

s 1,5426 ul

d_a 82,953 mm

d 75,000 mm

d_f 69,601 mm

x_s 0,3014 ul

x_b -0,4425 ul

x_d -0,6125 ul

s_a 0,6278 ul

b_s 0,0667 ul

Kolo 2

d_a 156,934 mm

d 150,000 mm

d_f 142,582 mm

16:33:19 Návrh: Počty zubů jsou soudělné – dochází k relativně častému záběru stejných zubů

16:33:20 Výpočet: Výpočet skončil úspěšně!

Vypočítat OK Storno >>

Obrázek 49 - Zobrazený výpočet obrazovka 1. [Generováno programem Inventor]

Generátor komponent – čelní ozubená kola

Návrh f_g Výpočet

Metoda pevnostního výpočtu

ISO 6336:1996

Zatížení

Kolo 1

Výkon P 1,000 kW

Otáčky n 1000,00 rpm

Kroučicí moment T 9,549 N m

Účinnost η 0,980 ul

Kolo 2

Výkon P 0,980 kW

Otáčky n 500,00 rpm

Kroučicí moment T 18,717 N m

Účinnost η 0,980 ul

Materiálové hodnoty

Kolo 1

Kolo 2

Mez únavy v ohybu σ_{Flim} 352,0 MPa

Mez únavy v dotyku σ_{Hlim} 1140,0 MPa

Modul pružnosti E 206000 MPa

Poissonova konstanta μ 0,300 ul

Tepelné zpracování 2 ul

Požadovaná životnost L_h 10000 hr

Součinitelé Přesnost

Výsledky

F_t 251,259 N

F_r 101,514 N

F_a 0,000 N

F_n 270,991 N

v 3,927 mps

n_{E1} 13509,270 rpm

Kolo 1

S_H 1,709 ul

S_F 4,249 ul

S_{Hst} 1,526 ul

S_{Fst} 8,930 ul

Kolo 2

S_H 1,750 ul

S_F 4,259 ul

S_{Hst} 1,563 ul

S_{Fst} 8,973 ul

16:33:19 Návrh: Počty zubů jsou soudělné – dochází k relativně častému záběru stejných zubů

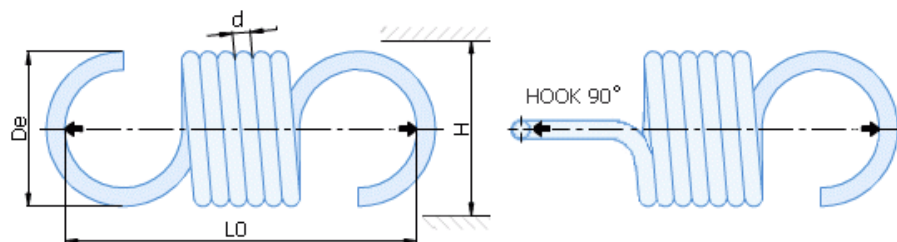
16:33:20 Výpočet: Výpočet skončil úspěšně!

Vypočítat OK Storno >>

Obrázek 50 - Zobrazení výpočtu obrazovka 2. [Generováno programem Inventor]

10.2. Výpočet návrhu pružiny

Popis parametrů tažných pružin s německými oky:



Obrázek 51 -Tažná pružina [??]

Fyzické parametry:

- **d (průměr drátu):** Parametr označuje tloušťku drátu, ze kterého byla pružina vyrobena.
- **De (vnější průměr):** Vnější průměr pružiny se vztahuje jak na oka, tak na tělo. Tolerance u tohoto parametru je (+-)2%(orientační).
- **H (Otvor):** Jedná se o minimální průměr otvoru, ve kterém má být pružina umístěna. Tolerance u tohoto parametru je (+-)2%(orientační).
- **Ln (Maximální délka):** Maximální přípustná délka, na kterou lze roztáhnout pružinu. Tolerance u tohoto parametru je (+-)15%(orientační).
- **Fn (Maximální síla):** Maximální přípustná síla, která může působit na pružinu. Tolerance u tohoto parametru je (+-)15%(orientační).
- **L0 (Délka v klidu):** Délka pružiny při klidovém stavu. Tolerance u tohoto parametru je (+-)2%(orientační).
- **Počet závitů:** Jedná se o celkový počet závitů pružiny - na výše uvedeném obrázku je šest závitů.
- **R (Tuhost):** Parametr označuje odpor, který klade pružina při roztahování. Jednotkou tuhosti je 1 DaN/mm = 10 N/mm. Tolerance u tohoto parametru je (+-)15%(orientační).
- **L1 & F1 (délka při působení síly F):** Síla F1, která působí prodloužení pružiny do délky L1
- **Oka:** Tažné pružiny s německými oky jsou vyráběny ve dvou variantách: poloha oka 0 stupňů nebo 90 stupňů dle výše uvedených obrázků.

Materiály:

- **A (Ocelový drát):** Ocel dle normy EN 10270-1 třída SH
- **I (Nerezová ocel):** Nerez 18/8 označení Z10 CN 18.09.

Tolerance:

- **Maximální síla:** Tolerance pro maximální sílu je (+-)15%(orientační).
- **Maximální délka:** Tolerance pro maximální délku je (+-)15%(orientační).
- **Tuhost:** Tolerance pro tuhost je (+-)15%(orientační). [24]

Vlastní stanovení parametrů síly pružiny:

Dle výsledku zkoušek materiálů pro tkaní jsem zjistil že, nejnižší pevností hodnota vlny je 17,79 N. Touto volbou, což je nejnižší pevností hodnota, jsem rozhodl, že se na stroji budou využívat především vlny.

Pro vlastní výrobu karetkových tkanin pak volím, že z minimální hodnoty vláken je 8 nití pro 4 dírkové karetky, díky stanovení této hodnoty mohu navrhnout, že maximální síla pružiny se rovná osminásobku minimální hodnoty s ohledem na bezpečnost je síla snížena o bezpečnost C_{II} stanovenou z tabulek.

$$F_{\min vlny} = 17,79 \text{ N} \quad (1)$$

$$F_{\max pružiny} = F_{\min vlny} * 8 * C_{II} \quad (2)$$

$$F_{\max pružiny} = 17,79 * 8 * 0,85 = \underline{120,9 \text{ N}} \quad (3)$$

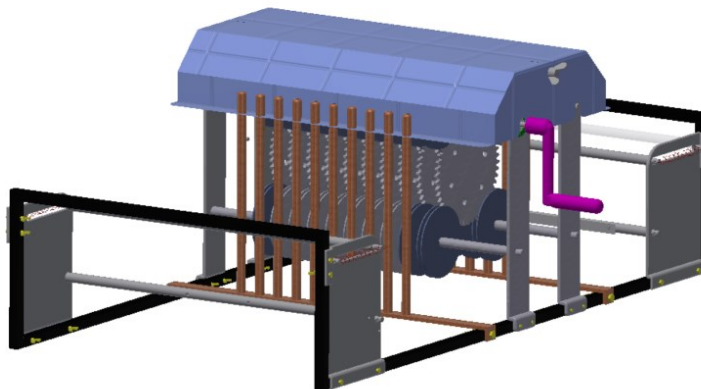
Dle vypočítaných výsledků volím nakoupení pružiny viz. obr 52. viz příloha D

d	De	LO	Ln	Sn	Fn	F0	R	Zboží č.:	Objednat zde Ceny Slevy	Skladem	3D CAD soubor
Drát mm	Průměr vněj. mm	Volná délka mm	Max. délka se zatížením mm	Max. zdvih mm	Max. síla N	Počáteční síla N	Tuhost pružiny N/mm				
1,60	8,00	49,30	61,50	12,20	122,00	18,30	8,50	42070			3D CAD
1,60	11,00	30,10	41,80	11,70	92,00	13,61	6,70	42080			3D CAD
1,60	11,00	39,70	58,40	18,70	92,00	13,83	4,18	42090			3D CAD
1,60	11,00	54,10	83,40	29,30	92,00	13,48	2,68	42100			3D CAD
1,60	11,00	78,10	124,90	46,80	92,00	13,84	1,67	42110			3D CAD
1,60	12,70	31,75	41,40	9,65	69,66	6,30	6,84	E05000631250S			3D CAD
1,60	12,70	34,80	48,77	13,97	69,66	6,30	4,55	E05000631370S			3D CAD
1,60	12,70	38,10	55,12	17,02	69,66	6,30	3,72	E05000631500S			3D CAD

Obrázek 52 - Vybraná nakupovaná pružina [??]

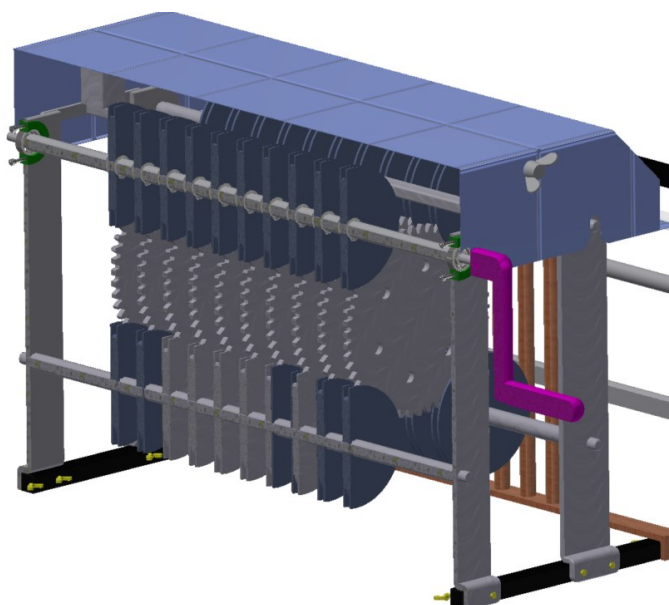
11. Konstrukce prototypu

Pro konstrukci a výkresovou výslednou výrobní dokumentaci prototypu volím jednodušší variantu stroje, a to kvůli zjištění správnosti funkčních principů. Po vyzkoušení hlavních principů, a ověření stroje bych volil možnost automatizace. Pomocí krokových motorků a umožnění převodu dat z grafického softwaru, pomocí kterého tvořím vzory.



Obrázek 53 - Kompletní konstrukce rámu zjednodušená [Vlastní tvorba]

Zde na obrázcích 53 a 54 je vidět jednodušší konstrukce stroje, která je poháněna ručním pohonem. Stroj poháním pomocí kliky upevněné na jedné z funkčních hřídelí, na které jsou oběžná kola upevněna a pevně spojena s hřídelí. Tímto způsobem zajistím pohon všech karetek jen ve směru vpřed nebo v zad.



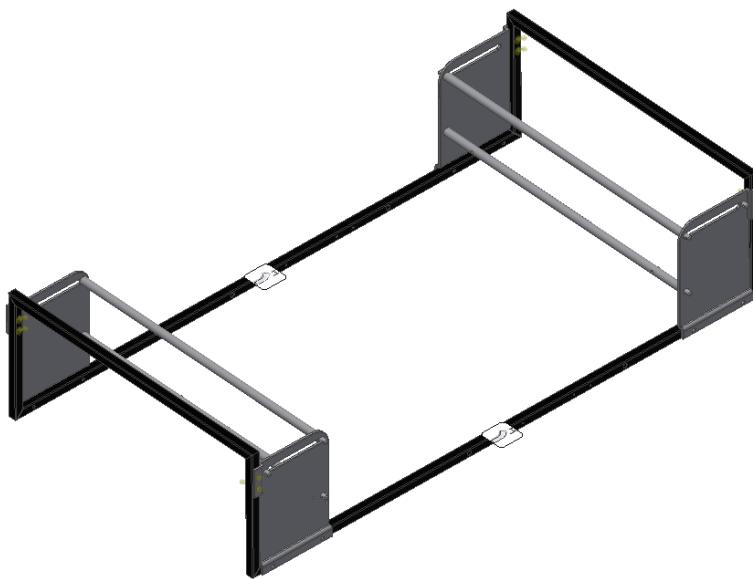
Obrázek 54 – Detail principu pohonu [Vlastní tvorba]

12. MKP Analýza

Pro samotnou MKP analýzu jsem model zjednodušil, a to tím, že jsem odebral celou funkční část stroje. Metodou konečných prvků prověřuji pouze základní rám a předepínací hřídele a simuluji tak předeptjetí hřídelí při plném zatížení předeptjetí.

12.1. Volba materiálů a vazeb, dotyků

Materiály pro vyráběné díly jsem volil z nabídky v programu Inventor a to takové, které jsou nejbližší k uvedeným hodnotám zvolených materiálů pro konstrukci. Vazby jsem umístil na spodní plochy konstrukce, protože je zde možnost uchycení samostatně svorkami ke stolu či jinému pracovnímu pultu. Zvolil jsem na tyto plochy pevnou vazbu pro statické řešení kontroly vyhovující. Vazby jsem nechal programem zobrazit, na obrázku (55).

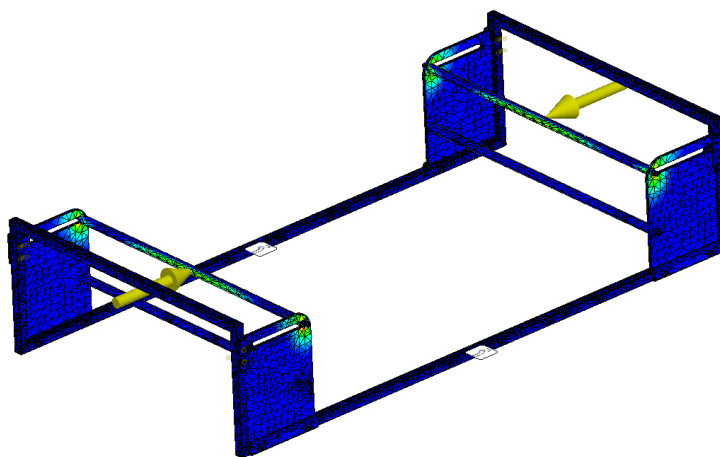


Obrázek 55 – Umístění vazeb [Generováno programem Inventor]

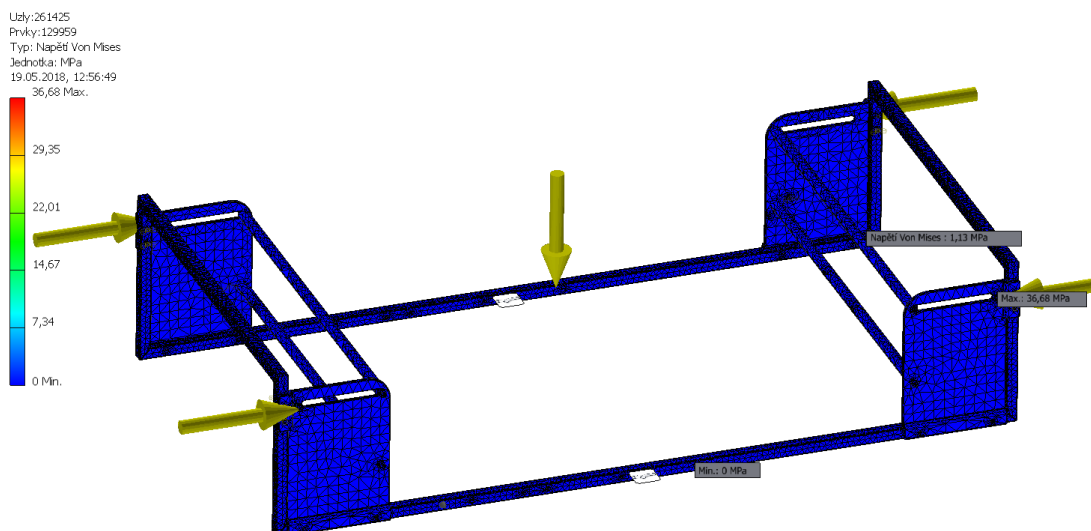
Dotyky ke komponentům jsem automaticky nechal vygenerovat a poté jsem kontroloval správnost dotyků. Pro toto řešení jsem volil dotyky vázané. Zatížení silou jsem umístil na hřídele, na které působí zatížení od tkacích materiálů. Působící sílu jsem zjistil ze zkoušek nití provedených více v kapitole 6.1, a zvolil mezní hodnotu síly 122 N.

12.2. Pohled sítě a umístěním zatížení

Sít' jsem volil tak, aby byly části sítě dobře vyváženy. Použil jsem v programu Inventor řízení místní sítě a upravil jsem jednotlivé velikosti prvků v plochách. Poté jsem do středu hřídelí umístil síly zvolené více. Tyto síly simulují sílu od napnutí tkacích materiálů při zanedbání pružiny.



Obrázek 56 – Zobrazení sítě a sil [Generováno programem Inventor]



Obrázek 57 – Rozložení sil podle pružin [Generováno programem Inventor]

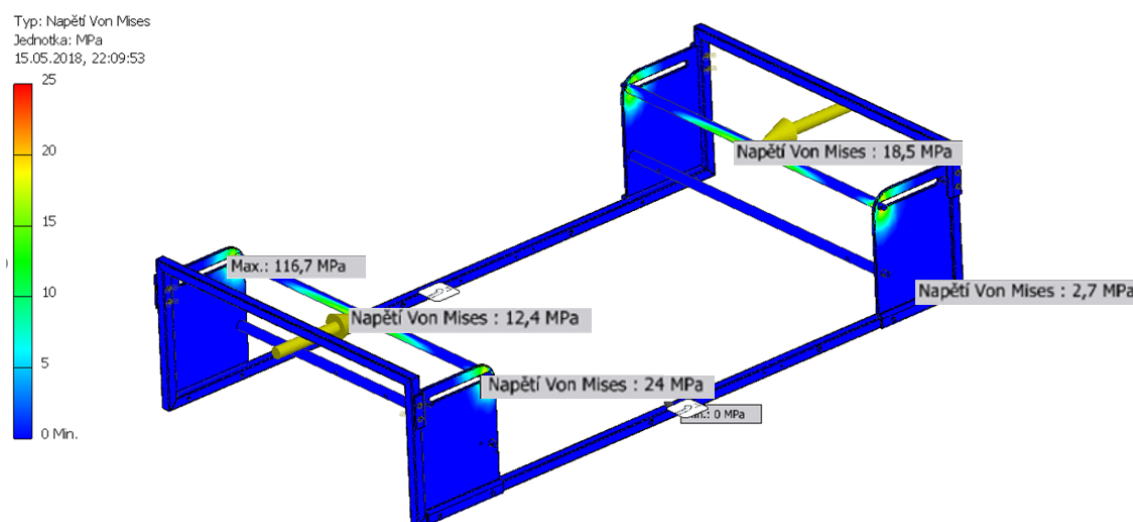
Rozložení sil na obrázku 57 jsem vytvořil na úchytech pružin, abych simuloval síly působené na držící kolíčky. Na tyto kolíčky působí síla od pružiny při plném zatížení pružiny, také jsem přidal do simulace zatížení gravitační, ale v tomto případě se gravitační zatížení může zanedbat na takto malou sestavu nemá vliv.

12.3. Výsledky deformací a kontrola

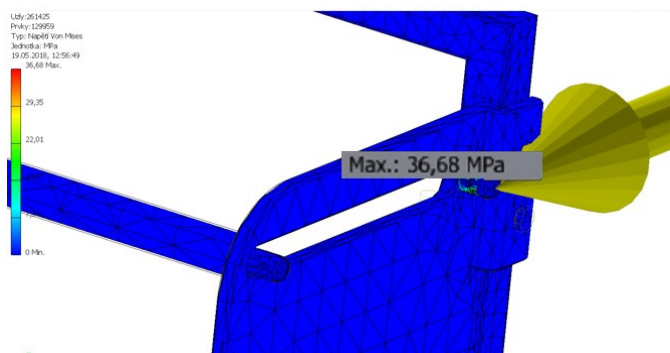
Napětíový výsledek zobrazený v programu Inventor, ukazuje výsledek maximálního napětí na hřídeli velikosti 116,7 MPa. Podle dovolených hodnot spočítaných níže (vzorec 4), je výsledkem dovoleného napětí v ohybu 162 MPa. Oba výsledky vyhodnotím, zda napětíový výsledek v pevnostní analýze vyhovuje. (vzorec 5, 6)

Výsledky napětíové NKP analýzy

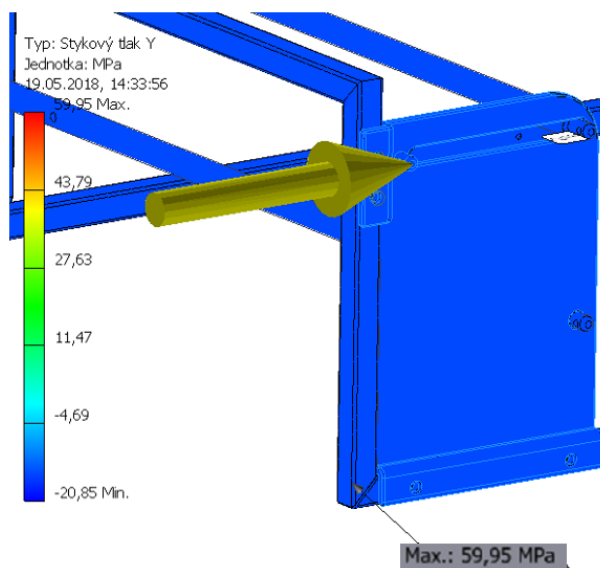
Na obrázku 58 je vyobrazeno napětí Von Mises od maximálního napětí po zatížení minimální. Obrázek 59 zobrazuje také maximální zatížení na kolíček držiče pružiny, toto napětí je malé a vyhovuje mezi kluzu materiálu.



Obrázek 58 - Výsledek napětím Von Mises [Generováno programem Inventor]



Obrázek 59 – Maximální napětí v držiči pružiny [Generováno programem Inventor]



Obrázek 60 - maximální silový tlak v ose Y [Generováno programem Inventor]

Silový tlak, který mi ukazuje zatížení v místě sváru 59,95 MPa, bude výchozí hodnotou pro svárovou kontrolu.

Výpočet dovoleného napětí pro hřídel prototypu

Jako materiál pro tvorbu hřídelí jsem zvolil tyče kruhové tažené, EN 10278, DIN 1.4301 o mezi pevnosti R_m 540 - 750 MPa, bezpečnost volím $k=2$, také jsem zvolil součinitele snížení napětí z důvodu bezpečnosti $C_{III}=0,6$.

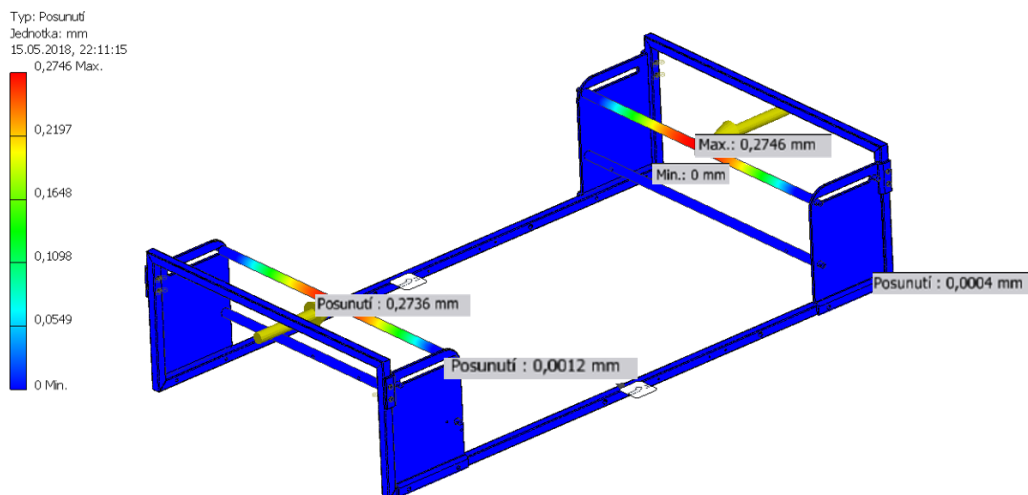
$$\sigma_{DTH} = c_{III} \cdot \frac{R_m}{k} = 0,6 \cdot \frac{540}{2} = 162 \text{ MPa} \quad [18] \quad (4)$$

$$\sigma_{Hmax} \leq \sigma_{DTH} \quad [18] \quad (5)$$

$$12,9 \text{ MPa} \leq 162 \text{ MPa} \dots \text{ Vyhovuje} \quad (6)$$

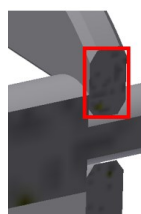
Výsledky posunutí

Ve výsledcích posunutí zobrazených na obrázku 60 je vidět výsledek působení na hřídelích. Působí hlavní tažná síla, maximální posunutí zjištěné analýzou je 0,2746 mm. Toto posunutí je vzhledem k vypočítanému dovolenému napětí vyhovující.



Obrázek 61- Výsledek posunutí [Generováno programem Inventor]

Kontrola hliníkového držiče na tah v neužším místě průřezu



Obrázek 62 - Plocha kontrolovaného průřezu [Vlastní tvorba]

Kontrolu provedu tak, že si najdu neužší místo průřezu hliníkového držiče, na které působí zatížení způsobené zanedbáním pružin. Zjištěnou hodnotu maximálního zatížení pro toto místo 116,7 MPa, porovnáím s dovoleným napětím vypočítaným níže.

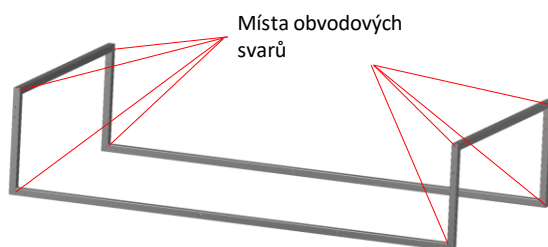
$$\sigma_{DTH} = \frac{Rm}{k} = \frac{245}{2} = 122,5 \text{ MPa} \quad [18] \quad (7)$$

$$\sigma_{Tmax} \leq \sigma_{DT} \quad [18] \quad (8)$$

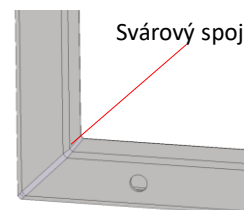
$$116,7 \text{ MPa} \leq 122,5 \text{ MPa} \dots \text{Vyhovuje} \quad (9)$$

13. Výpočet svarového spoje pro konstrukci rámu

Pro výpočet svarového spoje využiji největší zatížení působící na svarový spoj, které jsem získal z NKP analýzy. Hodnoty ohybového momentu a největší získanou sílu na obrázku 60 poté použiji ve vzorcích pro dané druhy umístěných svarů.

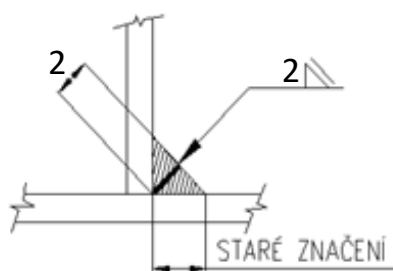


Obrázek 63 - Místa svarových spojů [Vlastní tvorba]

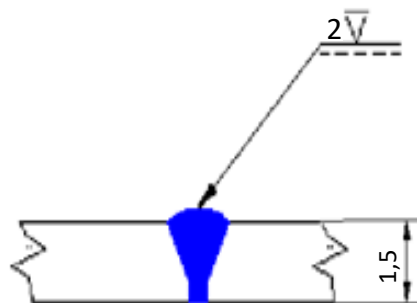


Obrázek 64 - Detailnější pohled svarového spoje [Vlastní tvorba]

V konstrukční praxi při navrhování svarového spoje je nutné, aby mechanické vlastnosti přidaného materiálu svařovacího drátu byly vyšší než vlastnosti základního materiálu svařovaných dílců. Při výpočtech se pak uvažuje s hodnotami základního materiálu, čímž vznikne určitá pře dimenzovanost, a tedy i vyšší bezpečnost spoje. Při výpočtech vždy uvažujeme s nosným průřezem svaru, který je u tupých a koutových svarů rozdílný.



Obrázek 65 – Koutový svar [Vlastní koncepce]



Obrázek 66 – Tupý svar [Vlastní koncepce]

Na obrázku je zobrazen nosný průřez tupého V svaru (obr.66) a svaru koutového (obr.65).

13.1. Určení mezních hodnot

Znamé hodnoty získané z tabulek a literatury

Tabulka 13 – Převodní součinitel pro určení dovolených napětí [18]

	α_{\perp}	α_{\parallel}
Koutový svar	0,75	0,65
Tupý svar	0,85(tah) 1(tlak)	0,7(smyk)
Složené namáhání	0,65	0,65

$$R_m = 470 - 630 \text{ MPa} \quad [14]$$

$$R_e = 355 \text{ MPa} \quad [14]$$

$$c_{II} = 0,85 \quad [2]$$

$$c_{III} = 0,65 \quad [2]$$

Výpočet pro svař

$$\sigma_{Dt} = c_{II} \cdot \frac{R_e}{k} = 0,85 \cdot \frac{355}{2} = 150,875 \text{ MPa} \quad [18] \quad (10)$$

$$\tau_{DSV} = \alpha \cdot \sigma_{Dt} = 0,65 \cdot 150,875 = 98,0687 \text{ MPa} \quad [18] \quad (11)$$

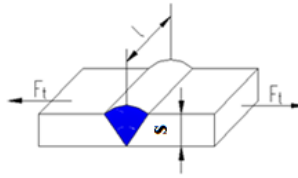
$$\sigma_{DSV} = \alpha_{\perp} \cdot \sigma_{Dt} = 0,85 \cdot 150,875 = 128,243 \text{ MPa} \quad [18] \quad (12)$$

13.2. Podle způsobu zatížení pro jednotlivé typy svařů platí

Volba tahové síly působící na svar je maximální síla pružiny to je 122 N. Tuto hodnotu využiji jak pro výpočet tupého, tak koutového svaru.

Tupý svar na tah

Tupý svar v horní části profilu je především namáhán na tah, proto provádím kontrolu svaru na tah. Pro výpočet svaru vycházím z dovoleného napětí vypočítaného ve vzorci (12). Volba tahové síly působící na svar je maximální síla pružiny. Následně podle výsledku kontroly zjistím, zda svař vyhoví.



Obrázek 67 - Tupý svar zobrazení působení sil [Vlastní koncepce]

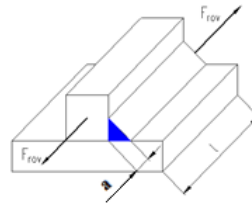
$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{\perp}}{t \cdot l} \leq \sigma_{DSV} \quad [18] \quad (13)$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{F_{\perp}}{s \cdot l} = \frac{F_{\perp}}{s \cdot (l' - 1,5 t)} \leq \sigma_{DSV} \quad (14)$$

$$\sigma_{\perp} = \frac{122}{2 \cdot (30 - 1,5 \cdot 1,5)} = 2,1 \text{ MPa} \leq 128,243 \text{ MPa} \dots \dots \text{Vyhovuje} \quad (15)$$

Koutový svar – složené namáhání

Výpočet koutového svaru v boční části profilu provádím výpočtem redukovaného namáhání, které následně porovnám s dovoleným namáháním vypočítaným v rovnici (11). Následně zjistím, zda svar vyhovuje či ne. Pro samotný výpočet jsem provedl také analýzu rámových konstrukcí, kde jsem provedl simulaci zvolené síly abych získal maximální ohybový moment viz. příloha C.



Obrázek 68 – Koutový svar zobrazení působení sil [Vlastní koncepce]

$$\tau_{II} = \frac{F}{S} = \frac{F}{a \cdot l} = \frac{F}{a \cdot (l' - 1,5 t)} \quad [18] \quad (16)$$

$$\tau_{II} = \frac{122}{2 \cdot (15 - 1,5 \cdot 1,5)} = 4,78 \text{ MPa} \quad (17)$$

$$\tau_{\perp} = \frac{M_o}{W_o} = \frac{M_o}{\frac{1}{6} a \cdot l^2} = \frac{12,769}{\frac{1}{6} \cdot 2 \cdot (15 - 1,5 \cdot 1,5^2)} = 3,29 \text{ MPa} \quad (18)$$

$$\tau_{red} = \sqrt{\tau_{II}^2 + \tau_{\perp}^2} \leq \tau_{DSV} \quad (19)$$

$$\tau_{red} = \sqrt{4,78^2 + 3,29^2} = 15,75 \text{ MPa} \leq 98,0687 \text{ MPa} \dots \dots \text{Vyhovuje} \quad (20)$$

14. Záznam z výroby ozubení prototypu a zhodnocení

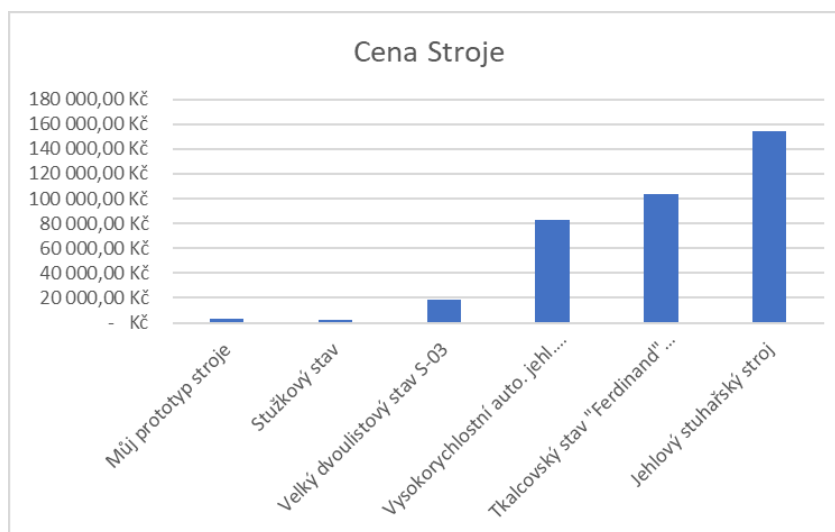
Zhodnocení výsledného stroje

Vyhodnocení požadavků a přání které byli kladeny na stroj jsem splnil až na položku v oblasti tvaru, a to jsou oblé hrany, protože jsem oblé hrany neudělal po celé konstrukci stroje ale jen na nějakých částech.

Také zde provádím vyhodnocení finanční náročnosti stroje, na samotnou výrobu a následnou konkurence schopnost na trhu strojů. Z dosavadních zjištění mohu sestavit přibližnou cenu prototypu. Z dostupných zdrojů na internetu a začátku výroby. Níže v tabulce a grafu je znázorněna hrubá cena stroje v Kč (Korunách českých), z grafu vyplívá že stroj po dokončení a finální dokumentaci může být konkurenceschopný.

Tabulka 14 - Kalkulace hrubých nákladů na prototyp

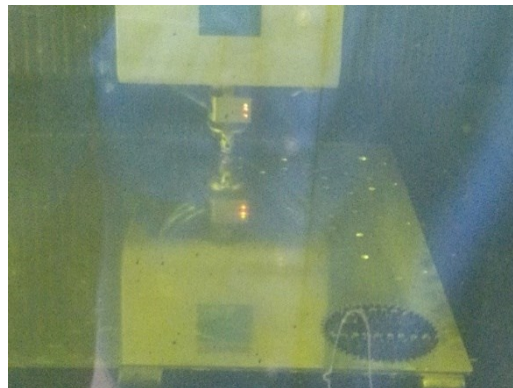
Díly	Cena materiálu	Cena práce	Cena společná
Pálení ozubení	300	358	658
Plastové oběžná kola	400	50	450
Hřídele	334	225	559
Svařovaná konstrukce	79,38	200	279,38
Cena kliky	350		350
Pálení zbylých dílů	450	390	840
Cena pružiny	323,8		323,8
Cena prototypu celkem:			3460,18



Graf 1 – grafické znázornění ceny prototypu oproti ostatním strojům

Záznam z výroby ozubení prototypu

Do závěru práce jsem zahrnu první část výroby prototypu, což je výroba funkčního ozubení a karetkového ozubení, toto ozubení jsem nechal vypálit na zařízení Trumf což je plošný laser. Na fotkách níže je vidět řezací program v průběhu procesu řezání a také řezací hlava laseru. Obrázek 62 zobrazuje výsledek pálení ozubení tak i s vyřezanými otvory na hřídel.



Obrázek 69 - Zobrazení řezacího programu a řezací hlavy [vlastní tvorba]



Obrázek 70 - Výsledek pálení hotové ozubení [vlastní tvorba]

15. Závěr

Cílem diplomové práce bylo, vytvořit kompletní návrh stroje dle principů karetkování. Podle zadaných parametrů, které jsou rozměry konstrukce, velikosti a délky výsledných karetkových pásků, dále pak stanovených podmínek a přání. Díky těmto parametrům jsem následně navrhoval novou konstrukci stroje.

V První části práce jsem se zabýval vyhledáváním tkacích strojů k možné koupě, stroje, které jsem vybíral, byly takové, aby vyhovovali alespoň některým daným požadavkům. Z důvodu že stroje nevyhověli kvůli nedostačujícím parametrům principu tkaní nebo složitostí dopravy či výškou ceny.

Druhá část řeší vlastní návrhy řešení, ve kterém jsem vybíral mezi čtyřmi variantami řešení mnou navrhnutých variant. Varianty se od sebe lišili způsobem řešení konstrukce otáčení karetek a možností variability stroje. Následně jsem varianty porovnal a vybral nejlepší variantu řešení. V této části jsem také vytvořil několik variant rámu, které jsem podle stanovených parametrů také porovnal a vyhodnotil. Další část rozebírá kompletní návrh stroje vytvořený v Inventoru a řeší každou sestavnou část konstrukce. Dále popisuje materiál a následně zobrazuje vlastnosti jednotlivých materiálů pro konstrukci. Také je tato část zaměřena na volbu softwaru pro tvorbu vzorů, výpočty a stanovení ozubení a výpočet tažných pružin které jsou využity u předepínačů.

V poslední části práce řeším možnosti pohonu volby softwaru a také pevnostní kontrolu stroje, kterou provádím v programu Inventor, a skládá se ze tří částí. Před první částí se ještě nalézá výpočet dovolených napětí. První část řeší volbu materiálů, vazeb, sil a zatížení. Druhou částí je zobrazení sítě a zatížení. Další část řeší pevnostní NKP analýzu, která je zaměřena na rám konstrukce, jestli vydrží namáhání působící silou nití. V této části se nalézá i výpočet svárového spojení nejvíce zatížené části rámu a kontroly spoje sváru.

Díky výsledkům, které vycházeli v průběhu řešení práce, jsem provedl kontrolu stroje pomocí výpočtu dovolených napětí, která jsem porovnal se získanými hodnotami a zjistil jsem, že stroj zatížení a provoz vydrží také díky vytvoření finanční analýzy

jsem zjistil, že výroba stroje není tak vysoce finančně náročná. Porovnání s ostatními stroji, je díky možnosti polo automatizovaného provozu velká možnost konkurence s ostatními stroji.

Díky výsledkům jsem zkonstruoval dokumentaci prototypu stroje, která je k nahlédnutí v příloze práce prototyp je zcela ořezaný, jen na základní součásti, jelikož nemusím kvůli funkčnosti sestrojovat celý stroj.

Poděkování

Tímto bych chtěl poděkovat mému vedoucímu diplomové práce panu Dr. Ing. Jaroslavu Meleckému za jeho cenné připomínky a rady při vypracovávání diplomové práce.

Seznam použité literatury:

- [1] KLETEČKA, Jaroslav a Petr FOŘT. *Technické kreslení*. 2., opr. vyd. Brno: Computer Press, 2007, 252 s. Učebnice (Computer Press). ISBN 978-80-251-1887-0.
- [2] LEINVEBER, Jan a Pavel VÁVRA. *Strojnické tabulky: Pomocná učebnice pro školy technického zaměření*. 3. doplněné vydání. Úvaly: ALBRA, 2006. ISBN 80-7361-033-7
- [3] ŘASA, Jaroslav a Josef ŠVERCL. *Strojnické tabulky I: Pro školu a praxi*. 1. vydání. Praha 6: Scientia, 2004. ISBN 80-7183-312-6.
- [4] ČSN 73 1401. *Navrhování ocelových konstrukcí*. Praha: Český normalizační institut, 1998
- [5] ČSN EN 10219-1. *Svařované duté profily z konstrukčních nelegovaných a jemnozrnných ocelí, tvářené za studena: Část 1: Technické dodací podmínky*. Praha: Český normalizační institut, 2006
- [6] KALÁB, Květoslav. *Části a mechanismy strojů: Části spojovací*. Ostrava, 2012. Skripta. VŠB - technická univerzita Ostrava, fakulta strojní, katedra částí a mechanismů strojů.
- [7] KOVAŘÍK, R. a F. ČERNÝ. *Technologie svařování*. Plzeň, 2000. Skripta. ZČU v Plzni.
- [8] STAŇKOVÁ, Jitka a Ludvík BARAN. *Tradiční textilní techniky*. Praha: Grada, 2008. Řemesla, tradice, technika. ISBN 978-80-247-2035-7.
- [9] *Keltové, doba laténská - Encyklopedie Keltů: 3.03.3 Tkaní opasků, stuh a lemů* [online]. [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: <http://www.keltove.cz/keltove/3-remesla-a-cinnosti-keltu/789-3-03-3-tkani-opasku-stuh-a-lemu>
- [10] *eMuseum centrum pro prezentaci kulturního dědictví © 2017: Textil - praktické návody Karetkování* [online]. [cit. 2018-02-21]. Dostupné z: http://www.emuzeum.cz/admin/files/X06-Textil_postup04.pdf
- [11] ČSN ISO 690 Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32 s.
- [12] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Jehlový stuhářský stroj [online]. c2016 [citováno 19. 05. 2018]. Dostupný z WWW: https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Jehlov%C3%BD_stuha%C5%99sk%C3%BD_stroj&oldid=14174715>

- [13] DALIN Praha s.r.o., 2018. DALIN Praha s.r.o. [online]. Praha: DALIN Praha [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <https://www.dalin-praha.cz>
- [14] ARTTEX, k. s. - výroba řemeslných textilních strojů, 2003. ARTTEX, k. s. - výroba řemeslných textilních strojů [online]. Strmilov: Písmenka [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://www.arttex-stavy.cz/vyrobky.html>
- [15] SODEMANN INDUSTRIFJEDRE A/S, 2018. Sodemann pružiny [online]. Denmark: SODEMANN INDUSTRIFJEDRE A/S [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://www.sodemann-pruziny.cz/online-obchod/search?pid=42070>
- [16] Kyang Yhe Delicate Machine Co., Ltd., 2018. Kyang Yhe Delicate Machine Co., Ltd. [online]. Taiwan: Copyright [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: http://www.kyangyhe.com/en/product/High-Density-High-Speed-Automatic-Needle-Loom/NDF_high-speed-automatic-needle-loom.html
- [17] Úřad průmyslového vlastnictví: Rešeršní databáze patentů a užitných vzorů. : Databáze obsahuje české přihlášky vynálezů zveřejněné od roku 1991, patenty od č. 1, evropské patenty platné na území ČR a zapsané užitné vzory. [online]. [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/Patents/FullDocuments/153/153246.pdf>
- [18] Úřad průmyslového vlastnictví: Rešeršní databáze patentů a užitných vzorů. : Databáze obsahuje české přihlášky vynálezů zveřejněné od roku 1991, patenty od č. 1, evropské patenty platné na území ČR a zapsané užitné vzory. [online]. [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/Patents/FullDocuments/177/177143.pdf>
- [19] Úřad průmyslového vlastnictví: Rešeršní databáze patentů a užitných vzorů. : Databáze obsahuje české přihlášky vynálezů zveřejněné od roku 1991, patenty od č. 1, evropské patenty platné na území ČR a zapsané užitné vzory. [online]. [cit. 2018-03-18]. Dostupné z: <http://isdv.upv.cz/doc/FullFiles/Patents/FullDocuments/219/219262.pdf>
- [20] HUBKA, Vladimír. *Konstrukční nauka: obecný model postupu při konstruování*. Praha: KONSERVIS, 1991. ISBN 80-901135-0-8.
- [21] Chyť a pusť, 2018. Chyť a pusť [online]. Plzeň: Simplia [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: https://www.chytapust.cz/Vahy-metry-1977/Giants-Fishing-Vaha-s-metrem-do-35kg?gclid=CjwKCAjw2dvWBRBvEiwADllhn0m34_FEvqj7gEbpD6y8GH2y4rnDqy1jr7GN3dt6tINR6wVdwCky9RoCvfUQAvD_BwE

- [22] Feron, a.s., 2017. Feron, a.s. [online]. Praha: COPYRIGHT [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <https://online.ferona.cz/detail/42269/trubka-svarovana-presna-ctvercova-en-10305-5-rozmer-15x15x1-5>
- [23] CZ FERRO - STEEL, spol. s r.o., 2011. CZ FERRO - STEEL, spol. s r.o. [online]. Napajedla: iStudio.cz [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <http://www.czferrosteel.cz/pdf/trubky2-E220.pdf>
- [24] VANEL SARL, 2018. VANEL SARL [online]. BRIGNAIS: VANEL [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <https://www.vanel.com/german-extension.php?lang=czech&sessionid=881031612385af066e8884c332174547059210395489613>
- [25] ECLIPSERA s.r.o., 2018. ARDUINO-SHOP-CZ [online]. Havlíčkův Brod: Copyright ECLIPSERA [cit. 2018-05-19]. Dostupné z: <https://arduino-shop.cz/arduino/1313-klon-arduino-mega-s-ch340g-atmega2560-16au-1464645394.html>

Seznam příloh:

Příloha A – Přehled vlastností hliníku

Příloha B – Přehled vlastností oceli

Příloha C – Zpráva o analýze rámových konstrukcí

Příloha D – Pružina

Příloha E – Zpráva generátoru ozubení

Příloha F – Výkresová dokumentace

- a. PRI_0100_02_01_00- Sestava Karetkovače
- b. PRI_0100_02_01_01- Základní rám
- c. PRI_0100_02_01_01_01- Ocelové trubky 1
- d. PRI_0100_02_01_01_02- Ocelové trubky 2
- e. PRI_0100_02_01_01_03- Ocelové trubky 3
- f. PRI_0100_02_01_02- Držák předepínače
- g. PRI_0100_02_01_03- Količek předepínače
- h. PRI_0100_02_01_04- Hlavní držáky hřídelí P
- i. PRI_0100_02_01_05- Hlavní držáky hřídelí L
- j. PRI_0100_02_01_06- Hlavní držáky hřídelí zadní
- k. PRI_0100_02_01_07- Z Součást 1
- l. PRI_0100_02_01_08- Hřídel předepínače
- m. PRI_0100_02_01_09- Z Součást 2
- n. PRI_0100_02_01_10- Přední svěrka ložiska
- o. PRI_0100_02_01_11- Zadní svěrka ložiska
- p. PRI_0100_02_01_12- Hřídel kliky
- q. PRI_0100_02_01_13- Hřídel navíječe
- r. PRI_0100_02_01_14- Hlavní hřídele
- s. PRI_0100_02_01_15- Spojka horní deska
- t. PRI_0100_02_01_16- Spojka horní
- u. PRI_0100_02_01_17- Bok vodícího ozubení

Příloha A – Přehled vlastností hliníku

Hliníkové plechy a pásy

Hliníkové plechy a pásy nabízíme v tloušťkách 0,3-5 mm a v rozměrech dle Vašeho přání. Konkrétní údaje naleznete v tabulkách u jednotlivých podsekcí. Z pohledu povrchových úprav nabízíme *hliníkové plechy přírodní* (bez povrchových úprav), *eloxované*, *protiskluzové* a *lakované*.

Označení a vlastnosti

Označení dle EN	Hutní označení	ČSN	DIN	Korozivní odolnost	Vhodnost k eloxáži 3)	Svařitelnost
EN AW 1050	AL99,5	424005	3.0255	velmi dobrá	ano	velmi dobrá
EN AW 3003	AlMn1Cu		3.0517	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 3103	AlMn1	424432	3.0515	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 3004	AlMn1Mg1		3.0526	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 3005	AlMn1Mg0,5		3.0525	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 3105	AlMn0,5Mg0,5		3.0505	velmi dobrá	ne	velmi dobrá
EN AW 5005	AlMg1		3.3315	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá
EN AW 5049	AlMg2Mn0,8		3.3527	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá
EN AW 5052	AlMg2,5		3.3523	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá
EN AW 5251	AlMg2Mn0,3	424412	3.3525	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá
EN AW 5754	AlMg3	424413	3.3535	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá
EN AW 5083	AlMg4,5Mn0,7	424415	3.3547	zvláště proti mořské vodě	ne	velmi dobrá
EN AW 6082	AlMgSi1Mn	424400	3.2315	zvláště proti mořské vodě	ano	velmi dobrá
EN AW 7020	AlZn4,5Mg1	424441	3.4335	nízká	ne	nevhodná
EN AW 7022	AlZn5Mg3Cu		3.4345	nízká	ne	nevhodná
EN AW 7075	AlZn5,5MgCu	424222	3.4365	nízká	ne	nevhodná
EN AW 2017	AlCu4MgSi	424201	3.1325	nízká	ne	nízká
EN AW 2024	AlCu4Mg1	424203	3.1355	nízká	ne	nízká

Poznámky:

1. Jedná se pouze o přibližné srovnání podle chemického složení nebo mechanických hodnot.
2. Bude-li na materiálu prováděna eloxáž je nutné toto uvést v objednávce.
3. Údaj o vhodnosti k eloxáži je pouze informativní.

Mechanické vlastnosti

Materiál	Stav		Rm (Mpa)		Rp 0,2 MPa
			min.	max.	
Al99,5 EN AW 1050	O/H111	měkký	65	95	20
	H12/H22	1/4 tvrdý	85	125	65
	H14/H24	1/2 tvrdý	105	145	85
	H16/H26	3/4 tvrdý	120	160	100
	H18/H28	tvrdý	140		120
AlMnCu EN AW 3003	O/H111	měkký	95	135	35
	H14/H24	1/2 tvrdý	145	185	125
	H18/H28	tvrdý	185		165
AlMn1	O/H111	měkký	90	130	35
	H14/H24	1/2 tvrdý	140	180	120
	H16/H26	3/4 tvrdý	160	200	145
	H18/H28	tvrdý	185		165
AlMn1Mg1 EN AW 3004	O/H111	měkký	155	200	60
	H12/H22	1/4 tvrdý	190	240	155
	H14/H24	1/2 tvrdý	220	265	180
	H16/H26	3/4 tvrdý	245	285	200
	H18/H28	tvrdý	260		230
AlMn1Mg0,5 EN AW 3005	O/H111	měkký	115	165	45
	H12/H22	1/4 tvrdý	145	195	125
	H14/H24	1/2 tvrdý	170	215	150
	H16/H26	3/4 tvrdý	195	240	175
	H18/H28	tvrdý	220		200
AlMn0,5Mg0,5 EN AW 3105	O/H111	měkký	100	155	40
	H12/H22	1/4 tvrdý	130	180	105
	H14/H24	1/2 tvrdý	150	200	130
	H16/H26	3/4 tvrdý	175	225	160
	H18/H28	tvrdý	195		180
AlMg1 EN AW 5005	O/H111	měkký	100	145	35
	H22/H32	1/4 tvrdý	125	165	80
	H24/H34	1/2 tvrdý	145	185	110
AlMg2 EN AW 5251	O/H111	měkký	160	200	60
	H22/H32	1/4 tvrdý	190	230	120
	H24/H34	1/2 tvrdý	210	250	140
AlMg2Mn0,8 EN AW 5049	O/H111	měkký	190	240	80
	H22/H32	1/4 tvrdý	220	270	130
	H24/H34	1/2 tvrdý	240	280	160
	H26/H36	3/4 tvrdý	265	305	190

Tabulka tažnosti a informativních poloměrů ohybů k jednotlivým stavům a rozmezím tloušťek materiálů

Slitina EN AW-1050A [99,5]					
Stav	Jmenovitá tloušťka mm		Tažnost min. %	Poloměr ohybu 1)	
	nad	do	A50 mm	180°	90°
O/H111	0.2	0.5	20	0 t	0 t
	0.5	1.5	22	0 t	0 t
	1.5	3.0	26	0 t	0 t
	3.0	6.0	29	0.5 t	0.5 t
H12	0.2	0.5	2	0.5 t	0 t
	0.5	1.5	4	0.5 t	0 t
	1.5	3.0	5	0.5 t	0.5 t
	3.0	6.0	7	1.0 t	1.0 t
H14	0.2	0.5	2	1.0 t	0 t
	0.5	1.5	3	1.0 t	0.5 t
	1.5	3.0	4	1.0 t	1.0 t
	3.0	6.0	5		1.5 t
H16	0.2	0.5	1		0.5 t
	0.5	1.5	2		1.0 t
	1.5	4.0	3		1.5 t
H18	0.2	0.5	1		1.0 t
	0.5	1.5	2		2.0 t
	1.5	3.0	2		3.0 t
H22	0.2	0.5	4	0.5 t	0 t
	0.5	1.5	5	0.5 t	0 t
	1.5	3.0	6	0.5 t	0.5 t
	3.0	6.0	7	1.0 t	1.0 t
H24	0.2	0.5	3	1.0 t	0 t
	0.5	1.5	4	1.0 t	0.5 t
	1.5	3.0	5	1.0 t	1.0 t
	3.0	6.0	6	1.5 t	1.5 t
H26	0.2	0.5	2		0.5 t
	0.5	1.5	3		1.0 t
	1.5	3.0	4		1.5 t
	0.2	0.5	2		1.0 t

Příloha B – Přehled vlastností oceli

Nerezová profilová ocel

ČTYŘHRAN A ŠESTIHRAN

Normy:

Rozměry a mezní úchytky rozměrů, tvaru a polohy lesklých ocelových výrobků ČSN EN 10278

Provedení	Mezní úchytky tyčí ve stavu dodávky						
	h6	h7	h8	h9	h10	h11	h12
Tažená				R	R	R,S,H	R,S,H
Loupaná				R	R	R	R
Broušená	R	R	R	R	R	R	R
Leštěná	R	R	R	R	R	R	R

R - tyče kruhové, S - tyče čtvercové, H - tyče šestihranné

Při objednávání musí odběratel stanovit mezní úchytky rozměrů podle normy ISO 286-2

Jakost: DIN 1.4301, 1.4401, 1.4571

Použití: jako konstrukční prvek ve všech odvětvích průmyslu, kde se používá nerezová ocel.

Dodací podmínky:

Čtyřhran: DIN 178 - h11, certifikace dle EN 10204/3.1.B

Šestihran: DIN 176 - h11, certifikace dle EN 10201/3.1.B

TYČE KRUHOVÉ

Jakost: DIN 1.4301, 1.4305, 1.4401, 1.4404, 1.4571

Použití: jako konstrukční prvek ve všech odvětvích průmyslu, kde se používá nerezová ocel.

TOLERANCE - tyče kruhové tažené, EN 10278

lesklá ocel, tažená - lesklá

Tyč tažená - lesklá (+ 0/-tol.)				
Rozměr mm	h11	h9	h8	h6
1 do ≤ 3	-0,060	-0,025	-0,014	-0,006
3 do ≤ 6	-0,075	-0,030	-0,018	-0,008
6 do ≤ 10	-0,090	-0,036	-0,022	-0,009
10 do ≤ 18	-0,110	-0,043	-0,027	-0,011
18 do ≤ 30	-0,130	-0,052	-0,033	-0,013
30 do ≤ 50	-0,160	-0,062	-0,039	-0,016
50 do ≤ 80	-0,190	-0,074	-0,046	-0,019
80 do ≤ 120	-0,220	-0,087	-0,054	-0,022

TOLERANCE - tyče kruhové válcované, EN10088-3 (DIN 1013)

Tyč válcovaná		Tyč válcovaná - loupaná (- 0/+ tol.)			
Rozměr	DIN 1013	Rozměr	k13	k12	k11
8-15	±0,4	>1 do ≤ 3			
15-25	±0,5	>3 do ≤ 6			0,08
26-35	±0,6	>6 do ≤ 10	0,22	0,15	0,09
36-50	±0,8	>10 do ≤ 18	0,27	0,18	0,11
51-80	±1,0	>18 do ≤ 30	0,33	0,21	0,13
81-100	±1,3	>30 do ≤ 50	0,39	0,25	0,16
101-120	±1,5	>50 do ≤ 80	0,46	0,30	0,19
121-160	±2,0	>80 do ≤ 120	0,54	0,35	0,22
161-200	±2,5	>120 do ≤ 180	0,63	0,40	0,25
201-220	±3,0	>180 do ≤ 250	0,72	0,48	0,29
		>250 do ≤ 315	0,81	0,52	0,32
		>315 do ≤ 400	0,89		

Tolerance jsou udávány v mm.

Přehled vlastností oceli C45E (C45 R)										1.1191 (1.1201)									
Druh oceli	Nelegovaná ušlechtilá ocel k zušlechťování																		
TDP	ČSN EN 10083-2: 2007. Tato norma obsahuje též ocel C45, klasifikovanou jako jakostní ocel k zušlechťování. Oceli C45 nelze nahradit ušlechtlé oceli C45E popř. C45R. C45 však lze nahradit ocelmi C45E resp. C45R.																		
Drívější označení	C45E (C45R) podle ČSN EN 10083-1: 1991+A1: 1996; Ck 45 (Cm 45) podle DIN 17200; 12 050 podle ČSN.																		
Použití	Často používaná nelegovaná ocel pro výrobu méně namáhaných strojních dílů ve stavu zušlechťeném nebo normalizačně žíhaném. Optimálních mechanických hodnot včetně houževnatosti se dosahuje v zakaleném a následně popuštěném stavu. U tvarově složitějších dílů se pro zamezení vzniku trhlin dává přednost kalení do oleje. Ocel je vhodná i k povrchovému kalení plamenem nebo indukci.																		
Chemické složení v % hmot. (rozbor tavby)	C	Si max.	Mn	P max.	S max. ¹⁾	Cr max.	Mo max.	Ni max.	Cr+Mo+Ni										
	0,42-0,50	0,40	0,50-0,80	0,030	0,035	0,40	0,10	0,40	max. 0,63										
Složení hotového výrobku ²⁾	0,40-0,52	0,43	0,46-0,84	0,035	0,040	0,45	0,13	0,45											
Mechanické vlastnosti v zušlechťeném stavu. ³⁾	Průměr mm	R _e min. MPa		R _m MPa		A min. %		Z min. %		KV min. J									
	d ≤ 16	490		700-850		14		35		-									
	16 < d ≤ 40	430		650-800		16		40		25									
	40 < d ≤ 100	370		630-780		17		45		25									
Mechanické vlastnosti ve stavu normalizačně žíhaném ³⁾	d ≤ 16	340		min. 620		14		-		-									
	16 < d ≤ 100	305		580		16		-		-									
	100 < d ≤ 250	275		560		16		-		-									
Maximální hodnoty tvrdosti pro stav :	Zpracováno na stříhatelnost (+S)			Žíháno na měkko (+A)						Povrchově kaleno (tvrdost povrchu)									
	HB max. 255			HB max. 207						HRC min. 55									
Prokalitelnost ⁴⁾	Vzdálenost od plochy kaleného čela zkušební tělesa v mm																		
	Tvrdost v HRC																		
	+H	Mez	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	15	20	25	30	
		max	62	61	61	60	57	51	44	37	34	33	32	31	30	-	-	-	
	min	55	51	37	30	28	27	26	25	24	23	22	21	20	-	-	-		
<div><div><p>Popouštěcí křivka (referenční vzorek průměr 10 mm)</p></div><div><p>Křivky prokalitelnosti</p></div></div>																			
Technologické vlastnosti																			
Tváření za tepla	Doporučené rozmezí teplot pro tváření za tepla : 1150 až 850 °C																		
Teplné zpracování	Normalizační žíhání °C	Žíhání na měkko °C	Isotermické žíhání °C	Teplota Kalení °C		Kalici prostředí		Teplota popouštění °C		Zkouška kalením čela °C									
	840 až 880	650 až 700	800 až 950 660 -1 hod.	820 až 860		voda nebo olej		550 až 660		850 ± 5									
	Uvedené podmínky jsou doporučeny s výjimkou zkoušky kalením čela (zkouška prokalitelnosti.) Teplota kalení při spodní hranici se doporučuje pro kalení do vody a při horní hranici při kalení do oleje. Jako kalici prostředí lze použít i syntetické kapaliny-emuze.																		
Obrobitelnost	Obrobitelnost třískovým obráběním může být ve stavu po válcování ztížená vlivem zvýšené pevnosti. Pro obrábění je výhodnější stav žíhaný na měkko. Zlepšenou obrobitelnost vykazuje ocel C45R se zvýšeným obsahem S.																		
Stříhatelnost	Přichází v úvahu např. při dělení tyčí na vsázkové délky pro zápusťkové kování. Ocel C45 je stříhatelná za studena i ve stavu po válcování u průměrů nad 80 mm.																		

¹⁾ obsah síry u oceli C45R je 0,020 až 0,040 % s dovolenou odchylkou v hotovém výrobku ± 0,005 %.

²⁾ u jedné tavby smí být překročena horní nebo spodní hranice rozmezí, ale nikoliv obě současně.

³⁾ uvedené hodnoty musí být dosažitelné po odpovídajícím tepelném zpracování (zušlechťení popř. normalizačním žíhání) též u oceli dodávané ve stavu po válcování nebo ve stavu měkce žíhaném. Prokazují se na referenčním vzorku odpovídajícího průměru. Zkušební tělesa pro stanovení mechanických hodnot musí být odebrána v souladu s předpisem normy TDP.

R_e –mez kluzu, R_m – pevnost v tahu, A – tažnost (počáteční délka L₀ = 5,65√S₀), Z – kontrakce, KV – nárazová práce, zkušební těleso ISO s V-vrubem (průměr ze tří naměřených hodnot, z nichž žádná nesmí být menší než 70% minimální střední hodnoty).

⁴⁾ pro ocel objednanou bez požadavků na prokalitelnost jsou hodnoty prokalitelnosti pouze informativní.

Příloha C - Zpráva o analýze rámových konstrukcí



Analyzovaný soubor:	Sestava1.iam
Verze:	2018 (Build 220112000, 112)
Datum vyhotovení:	19.05.2018, 15:29
Autor simulace:	Jarouš
Souhrn:	

Materiály

Název	Ocel, měkká	
Obecné	Měrná hmotnost	7,850 g/cm ³
	Mez kluzu v tahu	207,000 MPa
	Mez pevnosti v tahu	345,000 MPa
Napětí	Youngův modul	220,000 GPa
	Poissonova konstanta	0,275 ul
Názvy součástí	DIN 15 x 15 x 1,5 00000131.ipt DIN 15 x 15 x 1,5 00000132.ipt DIN 15 x 15 x 1,5 00000133.ipt DIN 15 x 15 x 1,5 00000134.ipt DIN 15 x 15 x 1,5 00000136.ipt DIN 15 x 15 x 1,5 00000137.ipt DIN 15 x 15 x 1,5 00000138.ipt	

Název	Ocel, měkká, svařovaná	
Obecné	Měrná hmotnost	7,850 g/cm ³
	Mez kluzu v tahu	207,000 MPa
	Mez pevnosti v tahu	345,000 MPa
Napětí	Youngův modul	220,000 GPa
	Poissonova konstanta	0,275 ul
Názvy součástí	DIN 15 x 15 x 1,5	

Příčné řezy

Vlastnosti geometrie	Oblast řezu (A)	54,283 mm ²
	Šířka řezu	15,000 mm
	Výška řezu	15,000 mm
	Těžiště řezu (x)	7,500 mm
	Těžiště řezu (y)	7,500 mm
Mechanické vlastnosti	Moment setrvačnosti (I _x)	1748,122 mm ⁴
	Moment setrvačnosti (I _y)	1748,122 mm ⁴
	Modul tuhosti v krutu (J)	3450,000 mm ⁴
	Modul řezu (W _x)	233,083 mm ³

	Modul řezu (W_y)	233,083 mm ³
	Modul řezu v krutu (W_z)	438,000 mm ³
	Redukovaná smyková plocha (A_x)	24,793 mm ²
	Redukovaná smyková plocha (A_y)	24,793 mm ²

Model nosníku

Uzly	16
Nosníky	8
- Trubky čtvercové/obdélníkové	8

Provozní podmínky

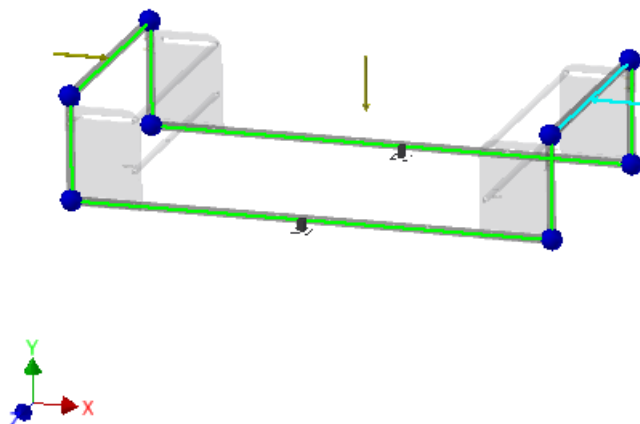
Gravitace

Typ zatížení	Gravitace
Velikost	9810,000 mm/s ²
Směr	Y-

Síla:1

Typ zatížení	Síla
Velikost	122 N
Souřadnicový systém nosníku	Ne
Úhel roviny	180,00 deg
Úhel v rovině	90,00 deg
F _x	-122,0 N
F _y	0,000 N
F _z	0,000 N
Odsazení	250,0 mm

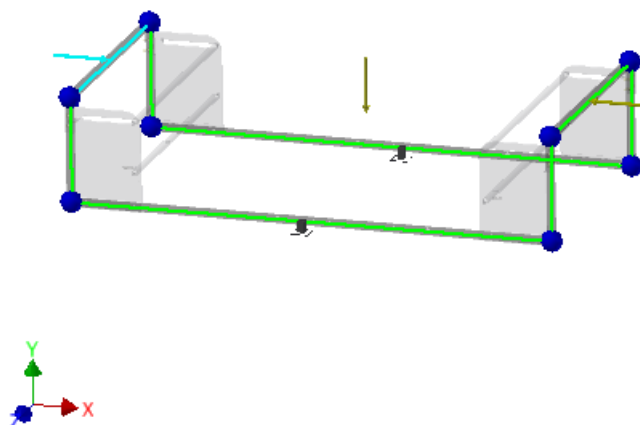
Vybrané reference



Síla:2

Typ zatížení	Síla
Velikost	122,000 N
Souřadnicový systém nosníku	Ne
Úhel roviny	0,00 deg
Úhel v rovině	90,00 deg
Fx	122,000 N
Fy	-0,000 N
Fz	0,000 N
Odsazení	250,0 mm

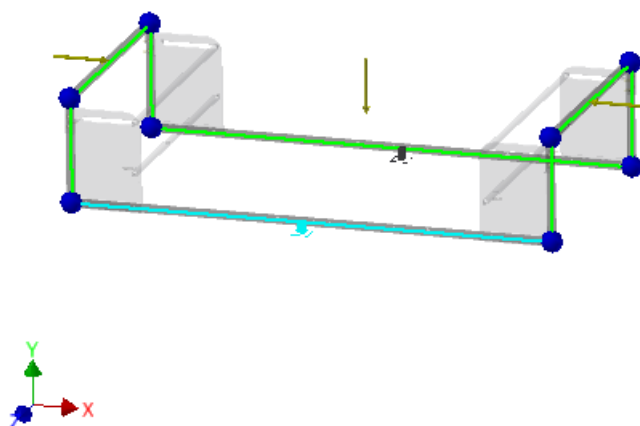
Vybrané reference



Pevná vazba:1

Typ vazby	Pevná
Odsazení	500,000 mm

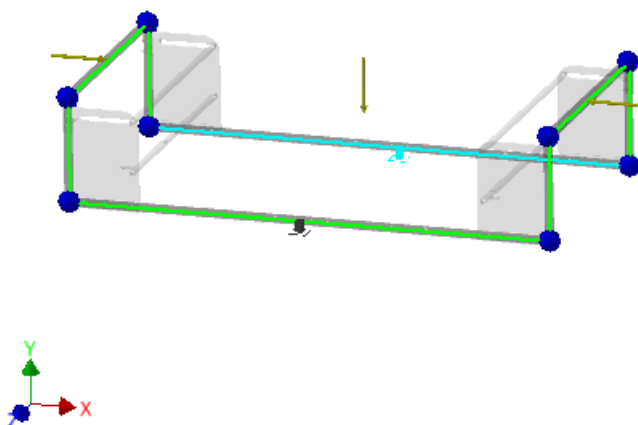
Vybrané reference



Pevná vazba:2

Typ vazby	Pevná
Odsazení	500,000 mm

Vybrané reference



Výsledky

Reakční síla a moment na vazbách

Název vazby	Reakční síla		Reakční moment	
	Velikost	Komponenty (Fx, Fy, Fz)	Velikost	Komponenty (Mx, My, Mz)
Pevná vazba:1	17,263 N	-8,848 N	3546,785 N mm	-806,479 N mm
		7,917 N		244,918 N mm
		-12,533 N		3445,184 N mm
Pevná vazba:2	19,755 N	-13,152 N	1479,322 N mm	845,903 N mm
		7,759 N		460,196 N mm
		12,533 N		1122,970 N mm

Statický souhrn výsledků

Název		Minimální	Maximální
Posunutí		0,000 mm	5,527 mm
Síly	Fx	-6,891 N	6,891 N
	Fy	-60,908 N	61,092 N
	Fz	-0,078 N	61,092 N
Momenty	Mx	-12769,131 N mm	12769,131 N mm
	My	-1235,409 N mm	2732,798 N mm
	Mz	-2681,369 N mm	2732,798 N mm
Normálová napětí	Smax	2,576 MPa	65,383 MPa
	Smin	-67,634 MPa	-2,784 MPa
	Smax(Mx)	0,211 MPa	54,784 MPa
	Smin(Mx)	-54,784 MPa	-0,211 MPa

	Smax(My)	0,006 MPa	11,725 MPa
	Smin(My)	-11,725 MPa	-0,006 MPa
	Saxial	-1,125 MPa	0,001 MPa
Smyková napětí	Tx	-0,278 MPa	0,278 MPa
	Ty	-2,464 MPa	2,457 MPa
Napětí v krutu	T	-6,239 MPa	6,122 MPa

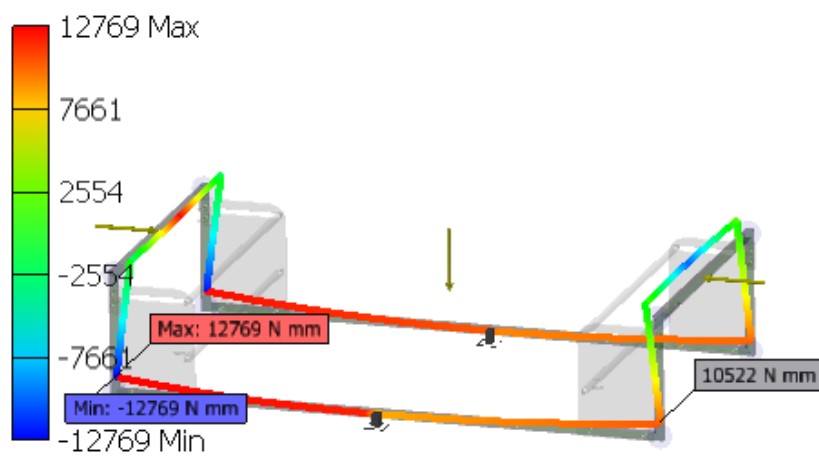
Obrázky

Mx

Typ: Moment Mx

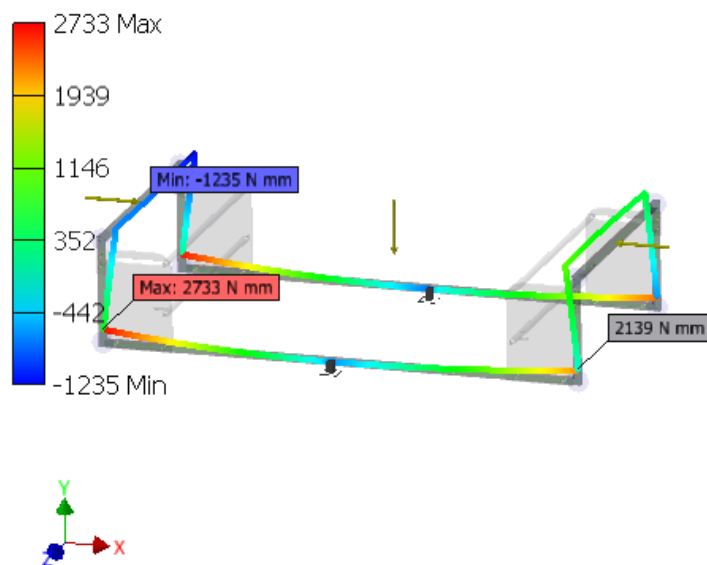
Jednotky: N mm

19.05.2018, 15:29:49



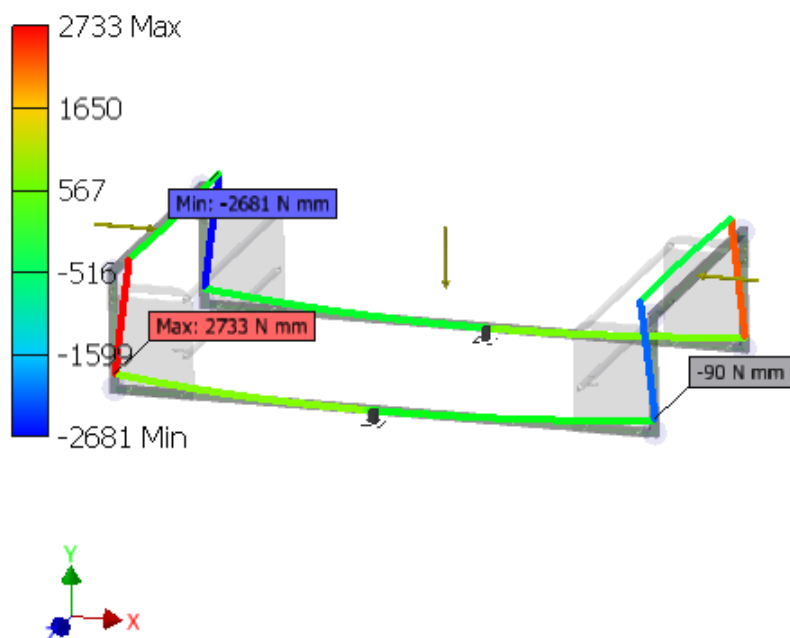
My

Typ: Moment My
 Jednotky: N mm
 19.05.2018, 15:29:49



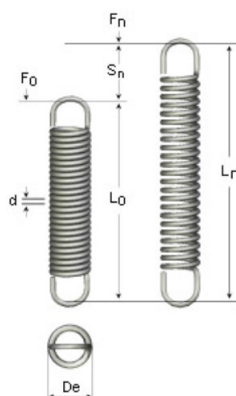
Mz

Typ: Moment Mz
 Jednotky: N mm
 19.05.2018, 15:29:49



Příloha D - Pružina

SODEMANN
INDUSTRIFJEDRE A/S



Part number
42070

Description
Extension Spring A 42070

Product Attribute	Value
Material	DIN 17224 AISI 302 W. nr. 1.4310 EN10270-3
d Wire	1.60
De External diameter	8.00
L0 Free Length	49.30
Ln Max loaded length	61.50
sn Max travel	12.20
Fn Max force	122.00
F0 Prestress	18.30
R Constant N/mm	8.50

Příloha E – Zpráva generátoru ozubení

Generátor komponent – čelní ozubená kola (Verze: 2019 (Build 230136000, 136))

21.05.2018

☒ Informace o projektu



Scénář návrhu - Modul

Scénář jednotkového posunutí - S vyrovnáním měrných skluzů

Typ výpočtu zatížení - Výpočet krouticího momentu pro daný příkon a otáčky

Typ výpočtu pevnosti - Kontrolní výpočet

Metoda výpočtu pevnosti - ISO 6336:1996

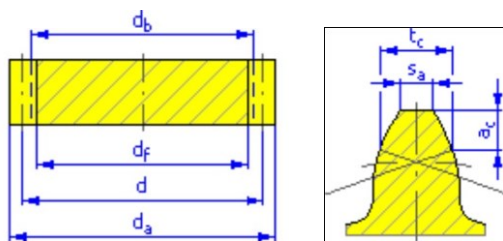
☒ Společné parametry

Převodový poměr	i	2,0000 ul
Požadovaný převodový poměr	iin	2,0000 ul
Modul	m	3,000 mm
Úhel sklonu	β	0,0000 deg
Úhel profilu	α	20,0000 deg
Vzdálenost os	aw	114,018 mm
Roztečná vzdálenost os	a	112,500 mm
Celková jednotková korekce	Σx	0,5305 ul
Rozteč zubů	p	9,425 mm
Základní rozteč	ptb	8,856 mm
Provozní úhel záběru	α_w	21,9997 deg
Součinitel trvání záběru	ε	1,5426 ul
Mezní úchylka rovnoběžnosti os	fx	0,0095 mm
Mezní úchylka rovnoběžnosti os	fy	0,0047 mm

☒ Kola

		Kolo 1	Kolo 2
Typ modelu		Komponenta	Komponenta
Počet zubů	z	25 ul	50 ul
Jednotkové posunutí	x	0,3502 ul	0,1803 ul
Průměr roztečné kružnice	d	75,000 mm	150,000 mm
Průměr hlavové kružnice	da	82,953 mm	156,934 mm

Průměr patní kružnice	df	69,601 mm	143,582 mm
Průměr základní kružnice	db	70,477 mm	140,954 mm
Pracovní roztečný průměr	dw	76,012 mm	152,023 mm
Šířka ozubení	b	5,000 mm	5,000 mm
Šířkový poměr	br	0,0667 ul	0,0333 ul
Výška hlavy zubu	a*	1,0000 ul	1,0000 ul
Hlavová vřle	c*	0,2500 ul	0,2500 ul
Zaoblení paty	rf*	0,3500 ul	0,3500 ul
Tloušťka zubu	s	5,477 mm	5,106 mm
Čelní tloušťka zubu	st	5,477 mm	5,106 mm
Tloušťka zubu na těživě	tc	4,836 mm	4,509 mm
Výška hlavy zubu nad těživou	ac	3,096 mm	2,646 mm
Rozměr přes zuby	W	32,766 mm	51,181 mm
Rozměr přes zuby	zw	4,000 ul	6,000 ul
Rozměr přes válečky (kuličky)	M	86,310 mm	161,014 mm
Průměr válečku (kuličky)	dM	6,000 mm	6,000 mm
Mezní úchylka sklonu zubu	Fβ	0,0095 mm	0,0100 mm
Mezní obvodové házení ozubení	Fr	0,0210 mm	0,0280 mm
Mezní úchylka čelní rozteče	f _{pt}	0,0085 mm	0,0090 mm
Mezní úchylka základní rozteče	f _{pb}	0,0080 mm	0,0085 mm
Náhradní počet zubů	zv	25,000 ul	50,000 ul
Virtuální roztečný průměr	dn	75,000 mm	150,000 mm
Virtuální hlavový průměr	dan	82,953 mm	156,934 mm
Virtuální průměr základní kružnice	dbn	70,477 mm	140,954 mm
Jednotková korekce bez zúžení	xz	0,3014 ul	-0,4628 ul
Jednotková korekce bez podříznutí	x _p	-0,4425 ul	-1,9047 ul
Jednotkové posunutí s dovol. podříznutím	x _d	-0,6125 ul	-2,0747 ul
Snížení hlavy zubu	k	0,0246 ul	0,0246 ul
Jednotková šířka hlavy zubu	sa	0,6278 ul	0,7669 ul
Hlavový úhel profilu	α _a	31,8320 deg	26,0811 deg



☐ Zatížení

		Kolo 1	Kolo 2
Výkon	P	1,000 kW	0,980 kW
Otáčky	n	1000,00 rpm	500,00 rpm
Krouticí moment	T	9,549 N m	18,717 N m
Účinnost	η	0,980 ul	
Radiální síla	F_r	101,514 N	
Obvodová síla	F_t	251,259 N	
Axiální síla	F_a	0,000 N	
Normální síla	F_n	270,991 N	
Obvodová rychlost	v	3,927 mps	
Rezonanční otáčky	nEl	13509,270 rpm	

☐ Materiál

Mez pevnosti v tahu	Su	700 MPa	700 MPa
Mez kluzu v tahu	Sy	340 MPa	340 MPa
Modul pružnosti v tahu	E	206000 MPa	206000 MPa
Poissonova konstanta	μ	0,300 ul	0,300 ul
Mez únavy v ohybu	σ_{Flim}	352,0 MPa	352,0 MPa
Mez únavy v dotyku	σ_{Hlim}	1140,0 MPa	1140,0 MPa
Tvrдость v jádře zubu	JHV	210 ul	210 ul
Tvrдость na boku zubu	VHV	600 ul	600 ul
Bázový počet zatěžovacích cyklů v ohybu	N _{Flim}	3000000 ul	3000000 ul
Bázový počet zatěžovacích cyklů v dotyku	N _{Hlim}	100000000 ul	100000000 ul
Exponent Wöhlerovy křivky pro ohyb	q _F	6,0 ul	6,0 ul
Exponent Wöhlerovy křivky pro dotyk	q _H	10,0 ul	10,0 ul
Zpracování materiálu	tvar	2 ul	2 ul

☐ Výpočet pevnosti

☐ Součinitelé přidavných zatížení

Součinitel vnějších dynamických sil	KA	1,200 ul	
Součinitel vnitřních dynamických sil	KHv	1,148 ul	1,148 ul
Souč. nerovnoměrnosti zatížení po šířce	KHβ	1,433 ul	1,283 ul
Součinitel podílu zatížení jednotlivých zubů	KHα	1,130 ul	1,130 ul
Součinitel jednorázového přetížení	KAS	1,000 ul	

☐ Součinitelé pro dotyk

Součinitel mechanických vlastností	ZE	189,812 ul	
Součinitel tvaru spoluzabírajících zubů	ZH	2,368 ul	
Součinitel délky dotyku	Zε	0,905 ul	
Součinitel jednopárového záběru	ZB	1,024 ul	1,000 ul
Součinitel životnosti	ZN	1,000 ul	1,000 ul
Součinitel maziva	ZL	0,962 ul	
Součinitel výchozí drsnosti zubů	ZR	1,000 ul	
Součinitel obvodové rychlosti	Zv	0,972 ul	
Součinitel sklonu zubu	Zβ	1,000 ul	
Součinitel velikosti	ZX	1,000 ul	1,000 ul
Součinitel párování materiálu	ZW	1,000 ul	

☐ Součinitelé pro ohyb

Součinitel tvaru zubu	YFa	2,237 ul	2,205 ul
Součinitel koncentrace napětí	YSa	1,789 ul	1,806 ul
Součinitel přidavného vrubu v patě zubu	YSag	1,000 ul	1,000 ul
Součinitel sklonu zubu	Yβ	1,000 ul	
Součinitel délky dotyku	Yε	0,736 ul	
Součinitel střídavého zatížení	YA	1,000 ul	1,000 ul
Součinitel technologie výroby	YT	1,000 ul	1,000 ul

Součinitel životnosti	YN	1,000 ul	1,000 ul
Součinitel vrubové citlivosti	Y _s	1,190 ul	1,187 ul
Součinitel velikosti	YX	1,000 ul	1,000 ul
Součinitel drsnosti povrchu	YR	1,000 ul	

☐ Výsledky

Součinitel bezpečnosti v dotyku	SH	1,709 ul	1,750 ul
Součinitel bezpečnosti v ohybu	SF	4,249 ul	4,259 ul
Statická bezpečnost v dotyku	SHst	1,526 ul	1,563 ul
Statická bezpečnost v ohybu	SFst	8,930 ul	8,973 ul
Kontrolní výpočet	Kladný		

☐ Souhrn hlášení

21:16:37 Návrh: Počty zubů jsou soudělné – dochází k relativně častému záběru stejných zubů
21:16:37 Výpočet: Výpočet skončil úspěšně!